

04. 3. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

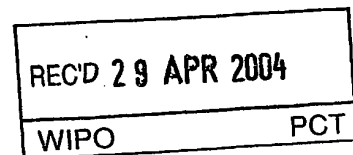
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 4 8 0 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 1 4 8 0 2]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

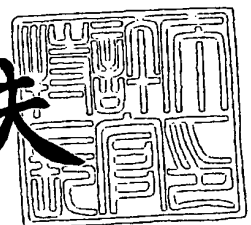


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 4 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2906743162

【提出日】 平成15年 1月23日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G09B 29/10

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 池田 理映

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 足立 晋哉

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100099254

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 役 昌明

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100918

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大橋 公治

【選任した代理人】

 【識別番号】 100105485

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 平野 雅典

【選任した代理人】

【識別番号】 100108729

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 紘樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 037419

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102150

【包括委任状番号】 9116348

【包括委任状番号】 9600935

【包括委任状番号】 9700485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 交通情報提供方法、交通情報提供システム及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 道路上の基準位置からの距離の関数で表した速度情報の逆数に離散ウェーブレット変換を施し、前記速度情報の逆数をスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換して提供することを特徴とする交通情報提供方法。

【請求項 2】 前記基準位置からの距離の関数で表した前記速度情報から 2 の N 乗個、または、2 の N 乗個の倍数のサンプリングデータを生成し、前記サンプリングデータの逆数に離散ウェーブレット変換を施すことを特徴とする請求項 1 に記載の交通情報提供方法。

【請求項 3】 前記サンプリングデータの逆数に定数を乗算し、前記定数を乗算した前記逆数に離散ウェーブレット変換を施してスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換し、前記スケーリング係数及びウェーブレット係数を整数に変換して提供することを特徴とする請求項 2 に記載の交通情報提供方法。

【請求項 4】 前記定数の大きさを、対象道路の制限速度または車両の平均走行速度に応じて切り換えることを特徴とする請求項 3 に記載の交通情報提供方法。

【請求項 5】 前記定数を乗算した前記逆数に対して、1 回以上、N 回以下の回数の離散ウェーブレット変換を施すことを特徴とする請求項 3 に記載の交通情報提供方法。

【請求項 6】 絶対値が所定値以下の前記ウェーブレット係数を 0 値化して提供することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の交通情報提供方法。

【請求項 7】 前記スケーリング係数を前記ウェーブレット係数より先に提供し、前記ウェーブレット係数の中では、次数の高いウェーブレット係数を次数の低いウェーブレット係数よりも先に提供することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の交通情報提供方法。

【請求項 8】 道路上の基準位置からの距離の関数で表した速度情報からサンプリングデータを生成し、前記サンプリングデータの逆数に離散ウェーブレッ

ト変換を1回または複数回施して、前記速度情報の逆数をスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換して提供する交通情報提供装置と、

前記交通情報提供装置から受信した前記スケーリング係数及びウェーブレット係数に逆離散ウェーブレット変換を1回または複数回施し、得られた値を逆数に変換して前記速度情報を復元する交通情報利用装置とを備えることを特徴とする交通情報提供システム。

【請求項9】 前記交通情報提供装置は、前記サンプリングデータの逆数に定数を乗算し、前記定数を乗算した前記逆数に離散ウェーブレット変換を施してスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換し、前記スケーリング係数及びウェーブレット係数を整数に変換して前記交通情報利用装置に提供し、前記交通情報利用装置は、前記交通情報提供装置から受信した前記スケーリング係数及びウェーブレット係数に逆離散ウェーブレット変換を施し、得られた値の逆数に前記定数を乗算して前記速度情報を復元することを特徴とする請求項8に記載の交通情報提供システム。

【請求項10】 前記交通情報提供装置は、前記スケーリング係数を前記ウェーブレット係数より先に提供し、前記ウェーブレット係数の中では、次数の高いウェーブレット係数を次数の低いウェーブレット係数よりも先に提供し、前記交通情報利用装置は、前記スケーリング係数と、受信ができた前記ウェーブレット係数とに逆離散ウェーブレット変換を施し、得られた値を逆数に変換して前記速度情報を復元することを特徴とする請求項8または請求項9に記載の交通情報提供システム。

【請求項11】 前記交通情報提供装置は、前記定数の大きさを、対象道路の制限速度または車両の平均走行速度に応じて切り換えることを特徴とする請求項10に記載の交通情報提供システム。

【請求項12】 前記交通情報提供装置は、絶対値が所定値以下の前記ウェーブレット係数を0値化して提供することを特徴とする請求項8から請求項11のいずれかに記載の交通情報提供システム。

【請求項13】 収集された速度情報のデータから2のN乗個、または、2のN乗個の倍数のサンプリングデータを生成する交通情報変換手段と、

前記サンプリングデータの逆数に離散ウェーブレット変換を1回または複数回施してスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換する交通情報符号化手段と、

前記スケーリング係数を前記ウェーブレット係数より先に送出し、前記ウェーブレット係数の中では、次数の高いウェーブレット係数を次数の低いウェーブレット係数よりも先に送出する交通情報送出手段とを備えることを特徴とする交通情報提供装置。

【請求項14】 交通情報提供装置から速度情報の対象道路を表す道路区間参照データと、前記速度情報としてスケーリング係数とウェーブレット係数とを受信する交通情報受信手段と、

前記道路区間参照データを用いて前記速度情報の対象道路を特定する対象道路判定手段と、

前記スケーリング係数及びウェーブレット係数に逆離散ウェーブレット変換を1回または複数回施し、得られた値を逆数に変換して前記速度情報を復元する交通情報復号化手段と

を備えることを特徴とする交通情報利用装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、交通情報の提供方法と、その方法を実施するシステム及び装置に関し、特に、交通流の速度情報を的確に提供できるようにするものである。

【0002】

【従来の技術】

現在、カーナビなどに道路交通情報提供サービスを実施しているVICS（道路交通情報通信システム）は、道路交通情報を収集・編集し、FM多重放送やビーコンを通じて、渋滞情報や、所要時間を表す旅行時間情報などの交通混雑情報を伝送している（下記特許文献1参照）。

現行のVICS情報では、交通の現在情報を次のように表現している。

交通の混雑状況は、渋滞（一般道： $\leq 10 \text{ km/h}$ ・高速道： $\leq 20 \text{ km/h}$

)、混雑(一般道: $10 \sim 20 \text{ km/h}$ ・高速道: $20 \sim 40 \text{ km/h}$)、閑散(一般道: $\geq 20 \text{ km/h}$ ・高速道: $\geq 40 \text{ km/h}$)の3段階に区分し、また、情報の未収集や車両感知機の故障などで情報収集ができない場合には「不明」と表示している。

渋滞状況を表す渋滞情報は、VICSリンク(VICSで用いられている位置情報識別子)全体が同一混雑状況の場合、

「VICSリンク番号+状態(渋滞/混雑/閑散/不明)」

と表示され、また、リンク内の一部だけが渋滞しているときは、

「VICSリンク番号+渋滞先頭距離(リンク始端からの距離)+渋滞末尾距離(リンク始端からの距離)+状態(渋滞)」

と表示される。この場合、渋滞がリンク始端から始まるときには、渋滞先頭距離が0xffと表示される。また、リンク内に異なる混雑状態が共存する場合は、各混雑状況がこの方法でそれぞれ記述される。

また、各リンクの旅行時間を表すリンク旅行時間情報は、

「VICSリンク番号+旅行時間」

と表示される。

また、交通状況の今後の変化傾向を表す予測情報として、「増加傾向/低減傾向/変化なし/不明」の4状態を表す増減傾向フラグが、現在情報に付して表示される。

【0003】

VICS交通情報は、リンク番号で道路を特定して交通情報を表示しており、この交通情報の受信側は、リンク番号に基づいて自己の地図における該当する道路の交通状況を把握している。しかし、送信側・受信側がリンク番号やノード番号を共有して地図上の位置を特定する方式は、道路の新設や変更がある度にリンク番号やノード番号を新設したり、修正したりする必要があり、それに伴い、各社のデジタル地図のデータも更新しなければならないため、そのメンテナンスに多大な社会的コストが掛かることになる。

こうした点を改善し、道路位置をVICSリンク番号に依存せずに伝達できるようにするため、送信側が、道路形状の上に複数のノードを任意に設定して、こ

のノードの位置をデータ列で表した「形状ベクトルデータ列」を送信し、受信側が、その形状ベクトルデータ列を用いてマップマッチングを行い、デジタル地図上の道路を特定する方式も存在する（下記特許文献2）。

【0004】

また、交通情報を次のように生成するシステムも提案されている。

まず、図26(a)に示すように、距離Xmの形状ベクトル（道路）を基準ノードから単位区画長の長さ（例：50～500m）で等間隔に区切って標本化し、図26(b)に示すように、各標本化点を通過する車両の平均速度を求める。図26(b)では、標本化点の間の距離量子化単位を表すコマの中に、求めた速度の値（状態量）を示している。

このシステムでは、このように道路に沿って変化する状態量を、交通情報として受信側に伝える。その際に伝送データ量を削減する必要があり、そのために、例えば、状態量を量子化し、統計予測値からの差分で表現して0近辺に偏在するデータに変換し、このデータを可変長符号化する。

【0005】

あるいは、道路に沿って変化する交通情報の状態量（図26(b)）を基準ノードからの距離の関数と見て、直交変換で周波数成分に変換し、各周波数成分の係数値を受信側に提供する。受信側は、逆変換を実施して交通情報の状態量を再生する。

この周波数成分への変換には、FFT（高速フーリエ変換）やDCT（離散コサイン変換）等の手法を用いることができる。例えば、フーリエ変換では、複素関数fで表した有限個の離散値（状態量）から、(数21)（フーリエ変換）によりフーリエ係数C(k)を得ることができる。

$$C(k) = (1/n) \sum_{j=0}^{n-1} f(j) \cdot \omega^{-jk} \quad (k=0, 1, 2, \dots, n-1) \quad (\text{数21})$$

（Σはj=0からn-1まで加算）

逆に、C(k)が与えられれば、(数22)（逆フーリエ変換）により離散値（状態量）を得ることができる。

$$f(j) = \sum_{k=0}^{n-1} C(k) \cdot \omega^{jk} \quad (j=0, 1, 2, \dots, n-1) \quad (\text{数22})$$

（Σはk=0からn-1まで加算）

交通情報の提供側は、交通情報の状態量（図 26（b））を、（数 21）を用いて $n (= 2^N)$ 個の係数に変換し、この係数を量子化する。この量子化では、低周波の係数を 1 で除算し、高周波の係数ほど、大きい値で除算し、その商の小数点以下を四捨五入する。量子化後の値は可変長符号化で圧縮して送信する。この交通情報のデータ構造を図 27（b）に示している。この交通情報と、図 27（a）に示す、対象道路の形状ベクトルデータ列情報とが受信側に伝送される。

この交通情報を受信した受信側は、係数を復号化・逆量子化した後、（数 22）を用いて交通情報の状態量を再生する。

【0006】

【特許文献 1】

特開 2001-19417 号公報

【0007】

【特許文献 2】

WO 01/18769 A1

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

この交通情報提供方法は、次のような課題を有している。

（1）交通情報の提供では、受信側で保持できるデータ量や、伝送データの容量に制限がある場合に、制限を超えたデータを単純にオーバーフローさせるのではなく、受信側において、重要度の低い情報は表示できなくても、重要度の高い情報は表示できるように、交通情報のデータの送り方を工夫する必要がある。

（2）交通情報として提供する交通混雑の指標には、「速度」「単位区間旅行時間」「渋滞度」等々が考えられるが、交通情報の受信側では、このうち、「速度」の情報が、交通混雑状況を表示する上でも、経路算出に利用する上でも、最も使いやすいものと考えられる。しかし、道路に沿って変化する交通状態量として「速度」の情報を送る場合は、受信側の受信容量や伝送路の伝送容量による制限を受けて、データ量削減のため、複数の状態量を平均化する処理が行われと、ドライバーの体感混雑度からずれた値になってしまう、という問題点がある。

【0009】

例えば、100 kmの区間のうち、90 kmを100 km/hで走行し、10 kmを4 km/hで走行したとする。このときの所要時間は、3.4時間 $[= (90 \div 100) + (10 \div 4)]$ であり、この区間の平均速度は29.4 km/h $[= 100 \div 3.4]$ となる。

一方、この区間の速度の値を単純に平滑化（平均化）すると、90.4 km/h $[= (100 \times 90 + 4 \times 10) \div (90 + 10)]$ となる。この平均速度で100 kmの区間を走行した場合の所要時間は、1.11時間である。つまり、速度の値を単純に平均化すると、ドライバーの体感混雑度からずれた値になってしまう。

【0010】

本発明は、こうした課題に応えるものであり、送信側が、交通情報としての速度情報を、通信環境や受信状態を意識せずに送信しても、受信側で、復元する情報の細かさを選択することができ、また、速度情報をドライバーの混雑実感から外れることなく、伝えることができる交通情報提供方法を提供し、また、その方法を実施するシステムと装置とを提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

そこで、本発明の交通情報提供方法では、道路上の基準位置からの距離の関数で表した速度情報の逆数に離散ウェーブレット変換を施し、速度情報の逆数をスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換して提供するようにしている。

受信側は、スケーリング係数が受信できれば、ウェーブレット係数の一部しか受信できない場合でも、速度情報を近似的に復元することができる。離散ウェーブレット変換では、原データを平均化する形で近似が行われるが、本発明の交通情報提供方法では、速度情報の逆数（＝単位距離当たりの旅行時間を表す）を取ってウェーブレット変換を施しているため、算術平均が妥当性を持ち、ドライバーの体感する混雑度から外れない速度情報を再現できる。

【0012】

また、本発明では、道路上の基準位置からの距離の関数で表した速度情報からサンプリングデータを生成し、このサンプリングデータの逆数に離散ウェーブレ

ット変換を1回または複数回施して、速度情報の逆数をスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換して提供する交通情報提供装置と、交通情報提供装置から受信したスケーリング係数及びウェーブレット係数に逆離散ウェーブレット変換を1回または複数回施し、得られた値を逆数に変換して速度情報を復元する交通情報利用装置とにより交通情報提供システムを構成している。

このシステムでは、交通情報提供装置が、スケーリング係数とウェーブレット係数とを、通信環境や受信状況を意識せずに提供しても、受信側で、受信できた情報の範囲で粗い速度情報や詳細な速度情報を復元することが可能であり、また、復元した速度情報は、ドライバーが体感する混雑度とも良く一致している。

【0013】

また、本発明では、交通情報提供装置に、収集された速度情報のデータから2のN乗個、または、2のN乗個の倍数のサンプリングデータを生成する交通情報変換手段と、サンプリングデータの逆数に離散ウェーブレット変換を1回または複数回施してスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換する交通情報符号化手段と、スケーリング係数をウェーブレット係数より先に送出し、ウェーブレット係数の中では、次数の高いウェーブレット係数を次数の低いウェーブレット係数よりも先に送出する交通情報送出手段とを設けている。

そのため、受信側では、スケーリング係数が受信できれば、ウェーブレット係数の一部しか受信できない場合でも、粗い分解能で表わした速度情報を復元することができる。

【0014】

また、本発明では、交通情報利用装置に、交通情報提供装置から速度情報の対象道路を表す道路区間参照データと速度情報としてスケーリング係数とウェーブレット係数とを受信する交通情報受信手段と、道路区間参照データを用いて速度情報の対象道路を特定する対象道路判定手段と、スケーリング係数及びウェーブレット係数に逆離散ウェーブレット変換を1回または複数回施し、得られた値を逆数に変換して速度情報を復元する交通情報復号化手段とを設けている。

この装置では、受信情報から、速度情報の対象区間をマップマッチングなどで特定し、その速度情報を逆離散ウェーブレット変換及び逆数変換を実施して復元

する。

【0015】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

<離散ウェーブレット変換>

本発明の交通情報提供方法では、送信側が、提供する速度情報(V)を逆数($1/V$)に変換した後、離散ウェーブレット(Wavelet)変換(DWT)を施して圧縮し、送信する。受信側は、受信した速度情報を逆離散ウェーブレット変換(IDWT)で解凍し、その逆数への変換を行った後、表示または利用する。

DWTは、画像圧縮や音声圧縮に使用されているデータ圧縮方式である。ウェーブレット変換の一般式を図1に示している。

【0016】

ウェーブレットとは、基本ウェーブレットと呼ばれる時間的にも周波数的にも限定した範囲だけに存在する関数 $\Psi(t)$ に対して、時間軸上でa倍する操作(スケール変換)や、時間的にbだけ横にずらす操作(シフト変換)を行い、こうしてできる(数3)のような関数の集合のことを言う。この関数を用いて、パラメータa、bに対応する信号の周波数や時間成分を抽出することができ、この操作をウェーブレット変換という。

ウェーブレット変換には、連続ウェーブレット変換と離散ウェーブレット変換(DWT)とが存在する。連続ウェーブレット変換の順変換を(数1)に、逆変換を(数2)に示している。この実数a、bを $a=2^j$ 、 $b=2^{jk}$ ($j>0$)と置いて、離散ウェーブレット変換(DWT)の順変換は(数5)のように、また、逆変換(IDWT)は(数6)のように表される。

【0017】

このDWTは再帰的に低域を分割するフィルタ回路によって実現でき、また、IDWTは、分割時と逆の合成を繰り返すフィルタ回路によって実現できる。図2(a)はDWTのフィルタ回路を示している。このDWT回路は、低域通過フィルタ181と、高域通過フィルタ182と、信号を $1/2$ に間引く間引き回路183とを備えた複数の回路191、192、193のカスケード接続により構成され、回路191に

入力した信号の高域成分は、高域通過フィルタ182を通過した後、間引き回路183で1/2に間引かれて出力され、低域成分は、低域通過フィルタ181を通過した後、間引き回路183で1/2に間引かれて次の回路192に inputsする。回路192でも同様に、高域成分は間引かれて出力され、低域成分は、間引かれた後、次の回路193に inputsし、そこで同様に高域成分と低域成分とに分けられる。

図3 (a) は、DWT回路の各回路191、192、193によって分解される信号を示しており、入力信号 $f(t)$ ($\equiv S_k^{(0)}$; なお、上付き文字は次数を表す) は、回路191で、高域通過フィルタ182を通過した信号 $W_k^{(1)}$ と低域通過フィルタ181を通過した信号 $S_k^{(1)}$ とに分割され、信号 $S_k^{(1)}$ は、次の回路192で、高域通過フィルタ182を通過した信号 $W_k^{(2)}$ と低域通過フィルタ181を通過した信号 $S_k^{(2)}$ とに分割され、信号 $S_k^{(2)}$ は、次の回路193で、高域通過フィルタ182を通過した信号 $W_k^{(3)}$ と低域通過フィルタ181を通過した信号 $S_k^{(3)}$ とに分割される。この $S(t)$ をスケーリング係数 (またはローパスフィルタ) と言ひ、 $W(t)$ をウェーブレット係数 (またはハイパスフィルタ) と言う。

【0018】

次の (数8) (数9) は、本発明の実施形態で用いるDWTの変換式を示している。

$$\text{ステップ1: } w(t) = f(2t+1) - [\{f(2t)+f(2t+2)\}/2] \quad (\text{数8})$$

$$\text{ステップ2: } s(t) = f(2t) + [\{w(t)+w(t-1)+2\}/4] \quad (\text{数9})$$

第 n 次の順変換は、第 $(n-1)$ 次のスケーリング係数を (数8) 及び (数9) のステップにより変換する。また、この変換を実現するDWT回路の各回路191、192、193の構成を図4 (a) に示している。図中の「Round」は、丸め処理を示している。

【0019】

また、図2 (b) はIDWTのフィルタ回路を示している。IDWT回路は、信号を2倍に補間する補間回路186と、低域通過フィルタ184と、高域通過フィルタ185と、低域通過フィルタ184及び高域通過フィルタ185の出力を加算する加算器187とを備えた複数の回路194、195、196のカスケード接続により構成され、回路194に inputsした低域成分及び高域成分の信号は、2倍に補間され、加算されて

次の回路195に入力し、この回路195で高域成分と加算され、さらに、次の回路195で高域成分と加算されて出力される。

図3 (b) は、IDWT回路の各回路194、195、196によって再構成される信号を示しており、回路194で、スケーリング係数 $S_k(3)$ とウェーブレット係数 $W_k(3)$ とが加算されてスケーリング係数 $S_k(2)$ が生成され、次の回路195で、このスケーリング係数 $S_k(2)$ とウェーブレット係数 $W_k(2)$ とが加算されてスケーリング係数 $S_k(1)$ が生成され、次の回路196で、スケーリング係数 $S_k(1)$ とウェーブレット係数 $W_k(1)$ とが加算されて $S_k(0) (\equiv f(t))$ が生成される。

【0020】

次の(数10) (数11) は、本発明の実施形態で用いるIDWTの変換式を示している。

$$\text{ステップ1: } f(2t) = s(t) + [\{w(t)+w(t-1)+2\}/4] \quad (\text{数10})$$

$$\text{ステップ2: } f(2t+1) = w(t) - [\{f(2t)+f(2t+2)\}/2] \quad (\text{数11})$$

第n次の逆変換は、第(n+1)次のIDWTにより変換された信号をスケーリング係数として、(数10) 及び (数11) のステップによる変換を行う。また、この変換を実現するIDWT回路の各回路194、195、196の構成を図4 (b) に示している。

【0021】

<速度データの逆数化の意義>

図5は、原データ(実線)と、この原データに1回のDWTを施して得られる1次のスケーリング係数(点線)とを示しており、また、図6は、この1次のスケーリング係数(点線)とともに、さらにDWTを繰り返したときの2次のスケーリング係数(一点鎖線)と、3次のスケーリング係数(線部分が長い点線)とを示している。

このように原データの変化を平滑化したものがスケーリング係数であり、DWTを繰り返し、スケーリング係数が高次になる程、その平滑化は進行する。このスケーリング係数は、原データを近似的に表しており、スケーリング係数により原データの大まかな状態を知ることができる。そのため、受信側は、受信容量や伝送容量が不足する場合に、送信側が送出した全てのデータを受信できなくても

、あるレベルのスケーリング係数が復元できるデータを取得すれば、そのスケーリング係数を復元することによって、原データの変化を大まかに再現することができる。

【0022】

この1次のスケーリング係数の距離量子化単位は、原データの距離量子化単位の2倍であり、このスケーリング係数の値は、その距離量子化単位に含まれる原データの値を平均化したものとなっている。また、2次のスケーリング係数の距離量子化単位は、1次のスケーリング係数の距離量子化単位の2倍であり、2次のスケーリング係数の値は、その距離量子化単位に含まれる1次のスケーリング係数の値を平均化したものとなっている。つまり、 n 次のスケーリング係数の距離量子化単位は、 $(n-1)$ 次のスケーリング係数の距離量子化単位の2倍であり、 n 次のスケーリング係数の値は、その距離量子化単位に含まれる $(n-1)$ 次のスケーリング係数の値を平均化したものとなっている。

しかし、原データが速度データだとすると、前述するように、速度データを単純に算術平均した値は、ドライバーの体感する混雑度からかけ離れたものになってしまう。

そこで、本発明では、速度データ(V)の逆数($1/V$)を取り、逆数に対してDWTを施すことにしている。この場合、速度データの逆数($1/V$)は、単位距離当たりの旅行時間を表わすことになるため、算術平均が妥当性を持つことになる。

【0023】

<交通情報提供システム>

この実施形態における交通情報提供システムの一例を図7に示している。このシステムは、センサA(超音波車両センサ)21、センサB(AVIセンサ)22及びセンサC(プローブカー)23を用いて交通情報を計測する交通情報計測装置10と、過去の交通情報を用いて交通情報の符号化に使用する符号表を作成する符号表作成部50と、交通情報及びその対象区間の情報を符号化して送信する交通情報送信部30と、送信された交通情報を受信して活用するカーナビ等の受信側装置60とから成る。

【0024】

交通情報計測装置10は、各センサ21、22、23からデータを収集するセンサ処理部A（11）、センサ処理部B（12）及びセンサ処理部C（13）と、各センサ処理部11、12、13から送られたデータを処理して、対象区間を示すデータとその交通情報データとを出力する交通情報算出部14とを備えている。

符号表作成部50は、DWT変換で生成されたスケーリング係数及びウェーブレット係数の量子化に用いる複数種類の交通情報量子化テーブル53と、複数種類の標本化点間隔（単位区画長）を規定する距離量子化単位パラメータテーブル54と、スケーリング係数及びウェーブレット係数を可変長符号化するための各種の符号表52を作成する符号表算出部51とを備えている。

交通情報送信部30は、交通情報計測装置10から交通情報を受信する交通情報収集部31と、交通情報から交通状況を判定し、標本化点間の単位区画長（距離量子化単位）や使用すべき量子化テーブル及び符号表を決定する量子化単位決定部32と、対象区間の形状ベクトルデータを統計予測差分値に変換し、また、速度情報の生成に用いるサンプリングデータを決定する交通情報変換部33と、速度情報の逆数化処理及びDWT処理、並びに、対象区間の形状ベクトルの符号化処理を行うDWT符号化処理部34と、符号化された速度情報データ及び形状ベクトルデータを送信する情報送信部35と、デジタル地図データベース36とを備えている。

【0025】

受信側装置60は、交通情報送信部30から提供された交通情報を受信する情報受信部61と、受信情報を復号化して速度情報及び形状ベクトルを復元する復号化処理部62と、デジタル地図データベース65のデータを用いて形状ベクトルのマップマッチングを行い、速度情報の対象区間を決定するマップマッチング及び区間確定部63と、受信した速度情報をリンクコストテーブル66の対象区間のデータに反映させる交通情報反映部64と、GPSアンテナ69やジャイロ70を用いて自転車位置を判定する自転車位置判定部68と、自転車位置から目的地までのルート探索等にリンクコストテーブル66を活用する情報活用部67と、ルート探索結果に基づいて音声での案内を行うガイダンス装置71とを備えている。

【0026】

交通情報計測装置10のセンサ処理部A11及びセンサー処理部B12は、道路上の各所に設置されたセンサの情報を収集し、センサ処理部C13は、プローブカー23が時間単位で計測した車両の位置座標・走行距離・速度などの情報を収集する。図8には、プローブカー23の計測地点を丸印で示し、また、図9には、プローブカー23が例えば1秒単位で計測したデータを基に作成されたプローブカーの累積走行距離と速度との関係を表すグラフを示している。交通情報算出部14は、図10に示すように、速度を基準点からの距離に変換し、このデータを交通情報送信部30及び符号表作成部50に出力する。

【0027】

図11のフロー図は、このシステムの符号表作成部50、交通情報送信部30及び受信側装置60の動作を示している。

符号表作成部50の符号表算出部51は、交通情報計測装置10から送られて来る交通情報の交通状況パターンを解析し、パターン別に交通情報を整理する。

符号表を作成するときは、過去の交通状況パターンLの交通情報（速度情報）を集計し（ステップ11）、距離量子化単位パラメータテーブル54に記載されている距離方向の量子化単位（距離量子化単位）の中から、使用する距離量子化単位Mを設定し（ステップ12）、交通情報量子化テーブル53の中から、スケーリング係数及びウェーブレット係数の量子化に用いる交通情報量子化テーブルNを設定する（ステップ13）。次に、交通状況パターンLの交通情報から間隔Mごとの各標本化点における値を算出し、この値の逆数を算出し、この逆数に対しDWTを施してスケーリング係数及びウェーブレット係数を求める（ステップ14）。この詳細は、交通情報送信部30の手順のところで詳しく説明する。

【0028】

次に、交通情報量子化テーブルNに規定された値を用いて、スケーリング係数及びウェーブレット係数を量子化し、スケーリング係数及びウェーブレット係数の量子化係数を算出する（ステップ15）。次に、この量子化係数の分布を計算し（ステップ16）、量子化係数やランレングスの分布（同一値の連続分布）を基に、スケーリング係数及びウェーブレット係数の量子化係数を可変長符号化するための符号表52を作成する（ステップ17）、（ステップ18）。

この手順を、全てのL、M、Nの組み合わせに対応する符号表52が作成されるまで繰り返す（ステップ19）。

こうして、各種の交通状況パターン及び情報表現の分解能に対応する多数の符号表52があらかじめ作成され、保持される。

【0029】

一方、交通情報送信部30は、交通情報を収集し、交通情報提供区間を決定する（ステップ21）。1つの交通情報提供区間Vを対象として（ステップ22）、その交通情報提供区間Vの周辺の形状ベクトルを生成し、基準ノードを設定する（ステップ23）。次いで、形状ベクトルの不可逆符号化圧縮を行う（ステップ24）。

量子化単位決定部32は、交通状況を判定し、位置分解能を規定する標本化点間の単位区画長やデータ数、また、交通情報（速度情報）の分解能を規定する交通情報量子化テーブル53や符号表52などを決定する（ステップ25）。

【0030】

なお、位置分解能を決める場合には、次の点に留意する。

- ・既存システムにおいて、旅行時間などの情報の収集単位として決められている分解能（例えば10m）を利用してもよい。
- ・情報送信位置から遠い路線は、重要度に応じて距離分解能を予め粗くしておくことも可能である。
- ・プローブカーから収集した速度情報は、その生データ自体に交通情報としての重要な情報（渋滞の末尾・先頭など）が表現されている訳ではないので、位置分解能はデータ数に依存して決めてもよい。
- ・データ数は、FFT（高速フーリエ変換）でデータ圧縮を行う場合には、データ数を 2^N 個に設定する必要があるが、DWTを行う場合もデータ数は 2^N 個、または、 2^N の倍数個であること（即ち、 $k \times 2^N$ 個：k、Nは正の整数）が望ましい。（なお、距離分解能から、データが $k \times 2^N$ 個にならないときは、「0」値、または適当な値（例：有効データの最後の値）を、データ数が $k \times 2^N$ 個になるまで挿入する）

【0031】

また、速度情報の分解能を決める場合には、次の点に留意する。

- ・速度の計測精度を考慮し、精度の整数倍になるように分解能を設定する。
- ・重要度の低い路線は、重要な路線より、予め分解能を粗くしておくことも可能である。
- ・サンプリングする際は、分解能に応じてデータの丸め処理を行う。

最終的な位置分解能及び速度情報の分解能は、送信側のデータの重要度に応じた送信順序や送信容量、及び、受信側のデータ受信量や処理速度などに応じて決定する。

【0032】

交通情報変換部33は、量子化単位決定部32が決定した距離量子化単位の単位区画長に基づいて速度情報のサンプリングデータを決定する（ステップ26）。

図12は、速度情報のサンプリングデータの詳しい設定手順を示しており、図13は、プローブカーが収集した速度情報（実線）から決定されるサンプリングデータ（点線）を示している。

速度情報は、交通情報算出部14で距離の関数に表現され（ステップ261）、距離量子化単位の単位区画長（位置の分解能）またはデータ数が、量子化単位決定部32により定義される（ステップ262）。交通情報変換部33は、距離の関数で表現された速度情報を、定義された分解能により、等間隔にサンプリングする（ステップ263）。

量子化単位決定部32は、交通状況等から、速度情報の表現の粗さ（例えば、速度情報を10km/h単位で表現するか、1km/h単位で表現するか）を決める速度情報の分解能を定義する（ステップ264）。交通情報変換部33は、ステップ263でサンプリングしたデータに着目し（ステップ265）、計測精度が速度情報の分解能と一致しているか否かを識別し（ステップ266）、一致していない場合（定義された速度情報分解能が10km/h単位であり、速度データが1km/h単位で表されている場合など）には、交通情報の丸め処理を行う（ステップ267）。

図13は、原データを四捨五入（丸め処理）して10km/h単位のサンプリングデータを得る場合を示している。

【0033】

次に、交通情報変換部33は、サンプリングデータ数が $k \times 2^N$ 個か否かを識別し（ステップ268）、 $k \times 2^N$ 個でない場合には、0値または最後の数値を追加して、サンプリングデータ数を $k \times 2^N$ 個に設定する（ここでは、 $k=1$ の場合について説明する）（ステップ269）。交通情報変換部33は、こうして生成したサンプリングデータをDWT符号化処理部34に送る（ステップ270）。

図13の場合、データ数が8（ $=2^3$ ）であるため、サンプリングデータの追加は行わない。

【0034】

図11に戻り、DWT符号化処理部34は、このサンプリングデータの逆数を算出し、この逆数に対してDWTを行う（ステップ27）。

図14は、DWTの詳しい手順を示している。また、図15は、実際の速度データにDWT及びIDWTを適用した例を示している。図15では、図15（a）に示すように、24.11m間隔で計測された64（ $=2^6$ ）個の速度データがサンプリングデータとして抽出されており、その原データを図15（b）に示している。また、図16には、この原データのグラフを実線で示している。

【0035】

まず、このサンプリングデータを逆数に変換し、この逆数が1以上の値を取るように、定数を乗算する（ステップ270）。定数の乗算は、後の処理で小数点以下を四捨五入したときに整数値となり得るようにするためであり、定数として例えば1000、あるいは5000を乗算する。この定数が大きければ大きい程、情報の劣化は小さくなり、どんな速度でも表現可能になる。この定数が小さいと、高速域の情報が粗くなる。図15（c）には、逆数に5000を乗算したサンプリングデータを示している。また、図17には、この定数を乗算した逆数のグラフを実線で示している。

【0036】

次に、この逆数に変換したデータの絶対値を小さくするため、データの最大値と最小値との間の中間値を基準（0）に設定して、全てのデータのレベルを中間値だけシフトする（ステップ271）。図15では、中間値として1700を

設定し、図 15 (c) の値から 1700 を減算している (図 15 (d))。

次に、DWT を施す次数 N を決定する。サンプリングデータの個数が 2^m 個の場合には、次数 N は最大で m まで設定することができる (ステップ 272)。図 15 の場合、サンプリングデータが 2^6 個であるため、次数の最大は 6 とすることができる。

【0037】

次いで、 $n=0$ に設定し (ステップ 273)、サンプリングデータ数 / 2^n により入力データ数を決定し (ステップ 274)、サンプリングデータに対し、前述する (数 8) 及び (数 9) による DWT を適用して、入力データから 1 次のスケーリング係数と 1 次のウェーブレット係数とを生成する (ステップ 275)。図 15 の場合、 $n=0$ としたときの入力データ数は 64 個であり、この 64 個のデータに DWT を施すことにより、入力データ数の $1/2$ である 32 個の 1 次スケーリング係数と、32 個の 1 次ウェーブレット係数とが生成される。

【0038】

得られたスケーリング係数をデータの前方に、ウェーブレット係数をデータの後方に格納する (ステップ 276)。図 15 に示すように、64 個のデータを縦に配列する場合では、上位 32 個のデータが 1 次スケーリング係数、下位 32 個のデータが 1 次ウェーブレット係数となる。

n と N とを比べて、 $n < N$ である場合は (ステップ 277)、ステップ 274 に戻り、次数を 1 つ上げて、データ数 / 2^n により入力データ数を決定する。このとき、ステップ 276 で前方に格納されたスケーリング係数だけが次の入力データとなる。図 15 の場合、2 次の DWT では、32 個の 1 次 ($n=1$) のスケーリング係数が入力データとなり、これらのデータから 2 次の DWT により、16 個の 2 次スケーリング係数と、16 個の 2 次ウェーブレット係数とが生成され、スケーリング係数がデータの前方に、ウェーブレット係数がその後方に格納される。

【0039】

ステップ 274 ~ ステップ 276 の処理は、 $n=N$ に達するまで繰り返される (ステップ 277)。図 15 の場合、 $N=6$ に設定すると、3 次の DWT では、

16個の2次スケーリング係数が入力データとなり、このデータから3次のDWTにより、8個の3次スケーリング係数と、8個の3次ウェーブレット係数が生成され、4次のDWTでは、8個の3次スケーリング係数が入力データとなり、このデータから4次のDWTにより、4個の4次スケーリング係数と、4個の4次ウェーブレット係数が生成され、5次のDWTでは、4個の4次スケーリング係数が入力データとなり、このデータから5次のDWTにより、2個の5次スケーリング係数と、2個の5次ウェーブレット係数が生成され、6次のDWTでは、2個の5次スケーリング係数が入力データとなり、このデータから6次のDWTにより、1個の6次スケーリング係数と、1個の6次ウェーブレット係数が生成される。

【0040】

図15(e)は、6次までのDCTによって生成されたデータを示しており、上から順に、1個の6次スケーリング係数、1個の6次ウェーブレット係数、2個の5次ウェーブレット係数、4個の4次ウェーブレット係数、8個の3次ウェーブレット係数、16個の2次ウェーブレット係数及び32個の1次ウェーブレット係数が並んでいる。

【0041】

次いで、DWT符号化処理部34は、生成したスケーリング係数及びウェーブレット係数を、量子化決定部32が決定した交通情報量子化テーブル53を用いて量子化する(ステップ278)。交通情報量子化テーブル53には、スケーリング係数を除する値 p 及びウェーブレット係数を除する値 q ($\geq p$)が規定されており、量子化処理では、スケーリング係数を p で、ウェーブレット係数を q で割り算し、四捨五入してデータを丸める(ステップ279)。なお、この量子化を省略し($p=q=1$ とした場合に相当する)、丸め処理だけを行うようにしても良い。また、量子化の代わりに、スケーリング係数及びウェーブレット係数に所定の整数を乗算する逆量子化を行っても良い。

【0042】

図15では、図15(a)に規定された量子化サンプル値1でスケーリング係数及びウェーブレット係数を除し、小数点以下を丸め処理して、図15(f)の

整数値を得ている。ステップ270においてサンプリングデータの逆数に乗算した定数が小さいと、この整数値が小さくなり、丸めによる影響が大きく現れるため、情報の精度が低下する。

ただ、定数が大き過ぎると、伝送データ量が多くなる。この丸めに依る影響は、整数値が小さい場合、つまり、速度が大きい場合に大きく現れるが、一般道など元々制限速度が40 km/hに設定されている道路では、40 km/h以上のデータを正確に把握する必要はない。こうした点を考慮して、速度の逆数に乗算する定数を決める必要がある。また、高速道路では、制限速度が80 km/hと高速になるので、道路種別や道路規制に応じて、この定数値を変化させるようにしても良い。

【0043】

図11に戻り、DWT符号化処理部34は、量子化（または逆量子化）したデータを、量子化決定部32が決定した符号表52を用いて可変調符号化する（ステップ29）。なお、この可変長符号化も、省略することができる。

DWT符号化処理部34は、これらの処理を交通情報提供区間の全てについて実行する（ステップ30、ステップ31）。

情報送信部35は、符号化されたデータを送信データに変換し（ステップ32）、符号表とともにデータ送信する（ステップ33）。

【0044】

図18は、交通情報送信部30から送信されるデータのデータ構成例を示している。図18（a）は、交通情報の対象道路区間を表す形状ベクトルデータ列である。図18（b）は、各対象道路区間のスケーリング係数だけを集めた交通情報データ列であり、DWT最終次数NにおけるN次スケーリング係数が記述されている（なお、サンプリングデータ数が $k \times 2^N$ 個の場合、N次スケーリング係数はk個となる）。

図18（c）は、各対象道路区間のウェーブレット係数だけを集めた交通情報データ列であり、DWTの各次数におけるウェーブレット係数が記述されている。情報送信部35は、形状ベクトルデータ列の情報（図18（a））とともに、各対象道路区間のスケーリング係数を記述した交通情報（図18（b））を送信し

、次いで、ウェーブレット係数に関する交通情報（図18（c））をDWTの次数が高い順に送信する。

【0045】

一方、受信側装置60は、図11に示すように、情報受信部61がデータを受信すると（ステップ41）、各交通情報提供区間Vについて（ステップ42）、復号化処理部62が、形状ベクトルを復号化し、マップマッチング及び区間確定部63が、自己のデジタル地図データベース65に対するマップマッチングを行い、対象道路区間を特定する（ステップ43）。また、復号化処理部62は、符号表を参照して、速度情報データの可変長復号化（ステップ44）や逆量子化（送信側で逆量子化を行っている場合には量子化）を行う（ステップ45）。図15（g）は、受信側で逆量子化した速度情報のデータを示している。

【0046】

復号化処理部62は、逆量子化で得られたデータにIDWTを実施する（ステップ46）。

図19は、IDWTの詳しい手順を示している。受信した速度情報のデータからDWTの次数Nを読み取り（ステップ461）、nをN-1に設定し（ステップ462）、データ数/ 2^n により入力データ数を決定する（ステップ463）。次いで、入力データの前方をスケーリング係数とし、入力データの後方をウェーブレット係数として、（数10）及び（数11）によってデータを再構成する（ステップ464）。

【0047】

図15の場合、 $N=6$ であるため、入力データ数は、 $64/2^5$ により2個となり、受信した1個の6次スケーリング係数と1個の6次ウェーブレット係数とから、2個の5次スケーリング係数が再構成される。

$n > 0$ である場合、または制限時間内である場合は、ステップ463に戻り、nを1減算して、ステップ463、ステップ464の手順を繰り返す（ステップ465）。図15の場合、時間による制限が無いものとする、生成された2個の5次スケーリング係数と、受信した2個の5次ウェーブレット係数とから4個の4次スケーリング係数を生成し、この4個の4次スケーリング係数と、受信し

た4個の4次ウェーブレット係数とから8個の3次スケーリング係数を生成し、この8個の3次スケーリング係数と、受信した8個の3次ウェーブレット係数とから16個の2次スケーリング係数を生成し、この16個の2次スケーリング係数と、受信した16個の2次ウェーブレット係数とから32個の1次スケーリング係数を生成し、この32個の1次スケーリング係数と、受信した32個の1次ウェーブレット係数とから64個のデータを復元する。図15(h)は、6回のIDWTを繰り返して復元された速度データを示している。

【0048】

$n=0$ となり、IDWTが終了したときは、送信側がレベルシフトした分だけデータを逆シフトする(ステップ468)。図15(i)は、逆シフトを終えた復元データを示している。また、図17には、この復元データのグラフを点線で示している。復元データは原データと殆ど重なっている。

また、予め規定された制限時間が過ぎたときは、 $n>0$ であってもIDWTを終了し、それまでに得られた速度データを用いて解像度を落とした速度情報を表示するため、距離量子化単位の単位長(距離分解能)を 2^n 倍に設定し(ステップ467)、さらに、送信側がレベルシフトした分だけデータを逆シフトする(ステップ468)。

【0049】

受信側装置60は、制限時間を超えたために、図15(f)の送信データの一部しか受信できなかった場合でも、解像度を落とした速度情報を復元することができる。6次スケーリング係数しか受信できなかった場合は、原データの距離解像度の $1/2^6=1/64$ のデータが復元できる。

それに加えて6次ウェーブレット係数が受信できたときは、受信済みデータと組み合わせてIDWTを行うことにより、5次スケーリング係数が復元できるため、原データの距離解像度の $1/2^5=1/32$ のデータが再現できる。

それに加えて5次ウェーブレット係数が受信できたときは、受信済みデータと組み合わせてIDWTを行うことにより、4次スケーリング係数が復元できるため、原データの距離解像度の $1/2^4=1/16$ のデータが再現できる。

それに加えて4次ウェーブレット係数が受信できたときは、受信済みデータと

組み合わせて IDWT を行うことにより、3 次スケーリング係数が復元できるため、原データの距離解像度の $1/2^3 = 1/8$ のデータが再現できる。

それに加えて 3 次ウェーブレット係数が受信できたときは、受信済みデータと組み合わせて IDWT を行うことにより、2 次スケーリング係数が復元できるため、原データの距離解像度の $1/2^2 = 1/4$ のデータが再現できる。

それに加えて 2 次ウェーブレット係数まで受信できたときは、受信済みデータと組み合わせて IDWT を行うことにより、1 次スケーリング係数が復元できるため、原データの距離解像度の $1/2$ のデータが再現できる。

それに加えて 1 次ウェーブレット係数が受信できたときは、受信済みデータと組み合わせて IDWT を行うことにより、原データの距離解像度のデータが復元できる。

こうした受信側での復元を容易にするため、送信側は、スケーリング係数、次数の高いウェーブレット係数、次数の低いウェーブレット係数の順にデータを送信する。

【0050】

復号化処理部62は、復元したデータの逆数を取り、送信側で乗算された定数を乗算して速度情報を再生する（ステップ47）。図15（j）は、復元した速度データを示している。図16には、この復元した速度データのグラフを「ウェーブレット変換（1）速度」と表示して示しているが、原データに重なり、区別できない。また、図16には、N次～1次の階層のデータを用いて復元した復元データを「ウェーブレット変換（2）速度」と表示して点線で示し、N次～2次の階層のデータを用いて復元した復元データを「ウェーブレット変換（3）速度」と表示して一点鎖線で示している。

【0051】

交通情報反映部64は、復元された速度情報を自システムのリンクコスト等に反映させる（ステップ48）。こうした処理が全ての交通情報提供区間について実行される（ステップ49、50）。情報活用部67は、提供された速度情報を活用して所要時間表示やルート検索などを実行する（ステップ51）。

このように、DWTを施したデータは階層性を有しており、受信側では、一部

の階層のデータしか利用できない場合でも、低分解能の速度情報を復元することができる。また、この場合、速度情報の原データの逆数を取り、これに定数を乗算してDWT処理を施しているため、一部の階層のデータのみを利用した速度情報であっても、ドライバーが体感する混雑状況にマッチした値を復元することができる。

【0052】

図5及び図6に示すグラフは、比較のため、速度情報の原データに、逆数への変換を行わずにDWT処理を施した場合の復元データを示している。図16と図5及び図6とを比較して明らかなように、速度情報の逆数を取ってDWTを施した場合（図16）は、逆数への変換を行わない場合（図5及び図6）に比べて、一部の階層のデータだけで復元した復元データが、低い値を取る。この傾向は、図16の楕円領域Aに良く現れている。

このように、速度情報の逆数を取ってDWT処理を行うことにより、平均速度は低い値に引っ張られるが、この平均速度はドライバーが体感する速度に、より近いものとなる。

【0053】

また、図20は、原データの逆数に乗算する定数を、図16の場合の50分の1（即ち、100）に設定した場合の原データと復元データとを示している。原データの逆数に乗算する定数を小さくすると、楕円領域B及びCで示す高速域の情報は非常に粗くなるが、楕円領域Aで示す低速域の復元データは原データと良く一致している。交通混雑情報として関心が高いのは、走行速度が遅い場合であって、一般道の制限速度に近い速度、あるいはそれ以上の速度についての詳しい情報は、必ずしも必要としない。こうした点を考慮すると、原データの逆数に乗算する定数を100にしても、十分実用的な速度情報を復元できる。また、前述するように、道路種別や道路規制に応じて、この定数値を変化させるようにしても良い。

【0054】

このように、DWTを施したデータは階層性を有しており、全ての階層のデータを用いてロスレス圧縮（可逆変換）を行うこともできれば、一部の階層のデー

タだけを用いてロッシー圧縮（不可逆変換）を行うこともできる。また、受信側で一部データの欠損した情報しか受信できない場合でも、低分解能の情報を復元させることが可能である。送信側は、通信環境や受信性能を意識することなく、階層別に優先順位を設定して、スケーリング係数→次数の高いウェーブレット係数→次数の低いウェーブレット係数の順に送信すれば、受信側が、受信できたデータに応じて、詳細に、または、粗く、速度情報を再現することができる。

また、速度データを逆数に変換してDWTを実施しているため、一部の階層のデータから速度情報を復元する際に算術平均処理が行われても、復元した速度情報とドライバーの体感混雑度との間にずれは発生しない。

【0055】

なお、これまで、対象道路区間を知らせるために、形状ベクトルデータ列を受信側に伝え、受信側が、この形状ベクトルデータ列を参照して交通情報の対象道路区間を識別する場合について説明したが、道路区間を識別するためのデータ（道路区間参照データ）には、形状ベクトルデータ列以外の使用も可能である。例えば、図21（a）に示すように、統一的に定めた道路区間識別子（リンク番号）や交差点識別子（ノード番号）を用いても良い。

また、提供側及び受信側の双方が同一地図を参照する場合には、提供側が緯度・経度データを受信側に伝え、受信側が、このデータによって道路区間を特定することができる。

【0056】

また、図21（b）に示すように、交差点部やリンク途中の道路から抜き出した間欠的なノードP1・P2・P3・P4の位置参照用の緯度・経度データ（名称、道路種別等の属性情報も保有するもの）を受信側に送信して対象道路を伝えるようにしてもよい。ここで、P1＝リンク中点、P2＝交差点部、P3＝リンク中点、P4＝リンク中点である。この場合、受信側は、図21（c）に示すように、まず、P1、P2、P3、P4の各々の位置を特定し、次に各々の区間を経路探索で繋いで、対象道路区間を特定する。

【0057】

また、対象道路を特定する道路区間参照データとして、前述する形状ベクトル

データ列や道路区間識別子、交差点識別子だけでなく、道路地図をタイル状に区分してその各々に付した識別子や、道路に設けたキロポスト、道路名、住所、郵便番号等を用い、これらの道路区間参照データによって、交通情報の対象道路区間を特定してもよい。

【0058】

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態では、交通情報に含まれるノイズを除去する方法について説明する。

交通情報では、渋滞や混雑の発生状況を知らせる低速域の状態量の詳しい情報は有用であるが、高速域の状態量に関する詳しい情報は、不要であり、伝送データ量を徒に増やすだけのノイズでしかない。

高分解能で交通情報を表現する生データには、こうしたノイズが含まれる。このノイズは、データの送信側で除去し、受信側ではノイズの有無を考慮せずに復号処理ができるようにする。

【0059】

この実施形態の方法では、速度データを逆数に変換し、DWTを施してスケーリング係数とウェーブレット係数とを生成し、これらのデータを受信側に送信する際に、絶対値の小さいウェーブレット展開係数をノイズ成分と見做し、0値として扱う。

この絶対値の小さいウェーブレット展開係数の0値化で影響を受けるのは高速域の速度データだけであり、低速域の速度データは影響を受けない。

【0060】

図22は、このノイズ除去の手順を含めた速度情報のDWT圧縮のフローチャートを示している。図14のステップ270からステップ279の手順により、逆数に変換した速度データにDWTを施してスケーリング係数及びウェーブレット係数を生成し、この内、絶対値の小さいウェーブレット係数を切り捨てる(ステップ280)。

ステップ280でのデータの切捨て(0値化)は、速度データの逆数を表示した図23のグラフにおいて、楕円領域D、E、Fに含まれる高速域の細かな速度

の動きをノイズとして除くものであり、そのため高速域のデータは、影響を受ける。しかし、楕円領域Gで示す低速域のデータは、全く影響を受けない。

【0061】

図24には、原データの速度情報を実線で示し、絶対値の小さいウェーブレット係数を除去（0値化）したデータを用いて復元した速度情報を点線で示している。この図から明らかなように、高速域のデータの精度は粗くなるが、交通混雑情報として関心が高い低速域のデータは、原データを忠実に再現している。

一方、伝送データ量について見ると、絶対値の小さいウェーブレット係数をすべて0値化することにより、図11のステップ29での可変調符号化で、データ量は大幅に削減される。

このように、速度データを逆数に変換してDWT処理を行う交通情報提供方法では、絶対値の小さいウェーブレット展開係数を0値化することにより、ノイズ成分を除去し、データ量の削減を図ることができる。

【0062】

（第3の実施形態）

本発明の第1及び第2の実施形態では、センターである交通情報提供装置が、車載機などの交通情報利用装置に交通情報を提供する場合について説明したが、走行データを提供するプローブカーの車載機が交通情報提供装置となり、プローブカーの情報を収集するセンターが交通情報利用装置となるシステムにおいても、本発明の交通情報提供方法の適用は可能である。本発明の第3の実施形態では、このシステムについて説明する。

【0063】

このシステムは、図25に示すように、走行時のデータを計測して提供するプローブカー車載機90と、このデータを収集するプローブカー収集システム80とから成り、プローブカー車載機90は、送信データの符号化に用いる符号表をプローブカー収集システム80から受信する符号表受信部94と、速度を検知するセンサA106と、センサA106の検知情報を収集するセンサ情報収集部98と、GPSアンテナ101での受信情報やジャイロ102の情報をを用いて自車位置を判定する自車位置判定部93と、自車の走行軌跡やセンサA106が検知した速度情報を蓄積する走行軌

跡計測情報蓄積部96と、速度情報のサンプリングデータを生成する計測情報データ変換部97と、速度データの逆数にDWTを施してスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換し、このスケーリング係数及びウェーブレット係数や走行軌跡データを、受信した符号表データ95を用いて符号化するDWT符号化処理部92と、符号化されたデータをプローブカー収集システム80に送信する走行軌跡送信部91とを備えている。

【0064】

一方、プローブカー収集システム80は、プローブカー車載機90から速度情報や走行軌跡情報を受信する走行軌跡受信部83と、符号表データ86を用いて受信データの復号化を行う符号化データ復号部82と、スケーリング係数及びウェーブレット係数にIDWTを施し、逆数変換処理して速度情報を復元する計測情報データ逆変換部87と、復元された速度情報や走行軌跡のデータを活用する走行軌跡計測情報活用部81と、プローブカーの現在位置に応じてプローブカー車載機90に与える符号表を選出する符号表選出部85と、選出された符号表をプローブカーに送信する符号表送信部84とを備えている。

【0065】

プローブカー車載機90の自車位置判定部93は、GPSアンテナ101での受信情報やジャイロ102の情報を用いて自車位置を識別する。また、センサ情報収集部98は、センサA106で検知された速度情報の計測値を収集する。集められた速度情報は、自車位置判定部93が識別した自車位置と対応付けて走行軌跡計測情報蓄積部96に格納される。

計測情報データ変換部97は、走行軌跡計測情報蓄積部96に蓄積された速度情報を走行道路の計測開始地点（基準位置）からの距離の関数で表し、速度情報のサンプリングデータを生成する。DWT符号化処理部92は、このサンプリングデータの逆数にDWTを施して、速度情報をスケーリング係数とウェーブレット係数とに変換し、走行軌跡データや変換したスケーリング係数及びウェーブレット係数を、受信した符号表データ95を用いて符号化する。符号化された走行軌跡データ及び速度情報は、プローブカー収集システム80に送られる。このとき、プローブカー車載機90は、速度情報を、スケーリング係数→次数の高いウェーブレット

係数→次数の低いウェーブレット係数の順に送信する。

【0066】

データを受信したプローブカー収集システム80では、符号化データ復号部82が、符号化されている走行軌跡データ及び速度情報を、符号表データ86を用いて復号化する。計測情報データ逆変換部87は、復号化されたスケーリング係数及びウェーブレット係数にIDWTを施し、逆数に変換して速度情報を復元する。走行軌跡計測情報活用部81は、復元された速度情報を、プローブカーが走行した道路の交通情報の作成に利用する。

このように、本発明の交通情報提供方法は、プローブカー車載機からアップロードする情報に対しても適用することができる。車載機のデータ処理能力や伝送容量が不足し、プローブカー車載機から、スケーリング係数及び一部のウェーブレット係数しか送信できない場合でも、プローブカー収集システムは、受信できた情報から、プローブカーが走行した道路での大まかな速度情報を復元することができる。

【0067】

なお、各実施形態のシステムでは、提供する交通情報のデータをビットプレーン分解して送信するようにしても良い。ビットプレーン分解は、データを二進数で表し、全てのデータのMSB、2ビット目、3ビット目、LSBと言う順序で桁の大きいビットデータから順次送信する。この場合、受信側では、情報の受信途中で大まかな交通状況を表示することが可能になる。

【0068】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明の交通情報提供方法は、通信環境や受信能力により、提供された速度情報の一部しか受信側で受信できない場合でも、また、送信側の送信能力の不足から一部の階層のデータしか送られて来ない場合でも、受信側において、速度情報を粗い分解能で近似的に再現することを可能にする。そして、この場合に、ドライバーが体感する混雑度とずれが無い速度情報を復元することができる。

また、速度情報から、情報価値が無いノイズを減らして、速度情報のデータ量

を削減することができる。

【0069】

また、本発明の交通情報提供システムでは、速度情報の提供側が、通信環境や受信状況などを意識せずに速度情報を提供しても、受信側で、受信できた情報の範囲で粗い速度情報や詳細な速度情報を復元することができる。また、提供側は、ノイズを削減した速度情報を提供することができる。

また、本発明の交通情報提供装置及び交通情報利用装置は、このシステムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

ウェーブレット変換の一般式を示す図

【図2】

DWTを実現するフィルタ回路を示す図

【図3】

DWTでの信号の分離 (a) と、IDWTでの信号の再構成 (b) とを示す図

【図4】

本発明の第1の実施形態におけるDWT及びIDWTを実現するフィルタ回路を示す図

【図5】

原データと1次DWTで生成されるスケーリング係数との関係を示す図

【図6】

高次DWTで生成されるスケーリング係数を示す図

【図7】

本発明の第1の実施形態における交通情報提供システムの構成を示すブロック

図

【図8】

プローブカーの計測地点を示す図

【図9】

プローブカーの計測データを示す図

【図 10】

距離の関数で表した速度を示す図

【図 11】

本発明の第 1 の実施形態における交通情報提供システムの動作を示すフロー図

【図 12】

本発明の第 1 の実施形態における速度情報のサンプリング手順を示すフロー図

【図 13】

本発明の第 1 の実施形態における速度データのサンプリングの取り方を示す図

【図 14】

本発明の第 1 の実施形態における速度情報の DWT 手順を示すフロー図

【図 15】

本発明の第 1 の実施形態における DWT 及び IDWT を適用した具体例を示す図

【図 16】

本発明の第 1 の実施形態における速度情報の原データと復元データとを示すグラフ

【図 17】

本発明の第 1 の実施形態における速度情報の逆数の原データと復元データとを示すグラフ

【図 18】

本発明の第 1 の実施形態における送信データのデータ構造を示す図

【図 19】

本発明の第 1 の実施形態における速度情報の IDWT 手順を示すフロー図

【図 20】

本発明の第 1 の実施形態における速度情報の逆数に小さい定数を乗じたときの復元データを示す図

【図 21】

道路区間参照データの説明図

【図 22】

本発明の第2の実施形態におけるDWT手順を示すフロー図

【図23】

本発明の第2の実施形態における交通情報提供方法で除去するノイズを説明する図

【図24】

本発明の第2の実施形態における速度情報の原データと復元データとを示すグラフ

【図25】

本発明の第3の実施形態における交通情報提供システムの構成を示すブロック図

【図26】

道路に沿って変化する状態量としての交通情報を説明する図

【図27】

提供される交通情報のデータ構造を示す図

【符号の説明】

- 10 交通情報計測装置
- 11 センサ処理部A
- 12 センサ処理部B
- 13 センサ処理部C
- 14 交通情報算出部
- 21 センサA（超音波車両センサ）
- 22 センサB（AVIセンサ）
- 23 センサC（プローブカー）
- 30 交通情報送信部
- 31 交通情報収集部
- 32 量子化単位決定部
- 33 交通情報変換部
- 34 DWT符号化処理部
- 35 情報送信部

- 36 デジタル地図データベース
- 50 符号表作成部
- 51 符号表算出部
- 52 符号表
- 53 交通情報量子化テーブル
- 54 距離量子化単位パラメータテーブル
- 60 受信側装置
- 61 情報受信部
- 62 復号化処理部
- 63 マップマッチング及び区間確定部
- 64 交通情報反映部
- 66 リンクコストテーブル
- 67 情報活用部
- 68 自車位置判定部
- 69 GPSアンテナ
- 70 ジャイロ
- 71 ガイダンス装置
- 80 プロブカー収集システム
- 81 走行軌跡計測情報活用部
- 82 符号化データ復号部
- 83 走行軌跡受信部
- 84 符号表送信部
- 85 符号表選出部
- 86 符号表データ
- 87 計測情報データ逆変換部
- 90 プロブカー車載機
- 91 走行軌跡送信部
- 92 DWT符号化処理部
- 93 自車位置判定部

- 94 符号表受信部
- 95 符号表データ
- 96 走行軌跡計測情報蓄積部
- 97 計測情報データ変換部
- 98 センサ情報収集部
- 101 G P S アンテナ
- 102 ジャイロ
- 106 センサ A
- 181 低域通過フィルタ
- 182 高域通過フィルタ
- 183 間引き回路
- 184 低域通過フィルタ
- 185 高域通過フィルタ
- 186 間引き回路
- 187 加算回路
- 191 フィルタ回路
- 192 フィルタ回路
- 193 フィルタ回路

【書類名】 図面

【図 1】

ウェーブレット変換の一般式

<連続ウェーブレット>

$$\psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \quad (\text{数}3)$$

$$C_\psi = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\hat{\psi}(\omega)|^2}{|\omega|} d\omega \quad (\text{数}4)$$

\Re : 実数

$\hat{\psi}(\omega)$ は $\psi(x)$ の フーリエ変換

a : スケールパラメータ

b : シフトパラメータ

順変換 $W_\psi(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi_{a,b}(t) dt \quad (\text{数}1)$

逆変換 $f(t) = \frac{2}{C_\psi} \iint_{\Re^2} W_\psi(a,b) \psi_{a,b}(t) \frac{db da}{a^2} \quad (\text{数}2)$

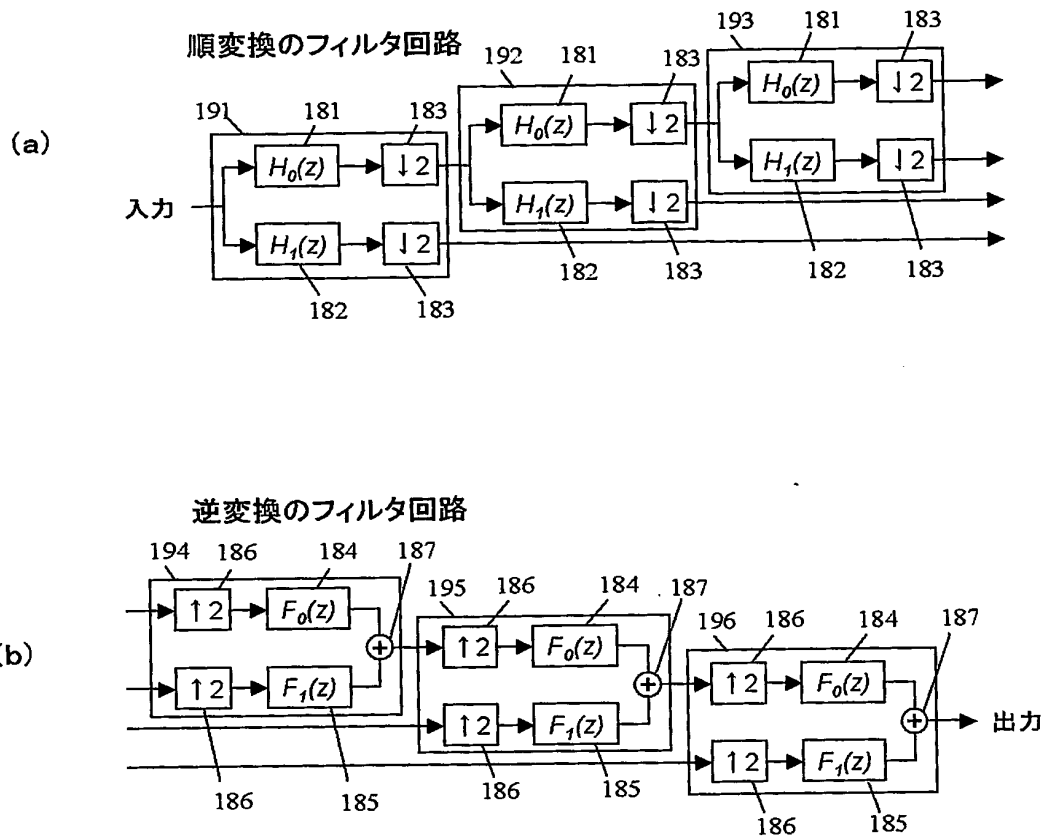
<離散ウェーブレット>
 $a=2^j, b=2^j k \ (j>0)$ とおくと

順変換 $w_k^{(j)} = 2^{\frac{j}{2}} \sum_t f(t) \psi_{j,k}(t) \quad (\text{数}5)$

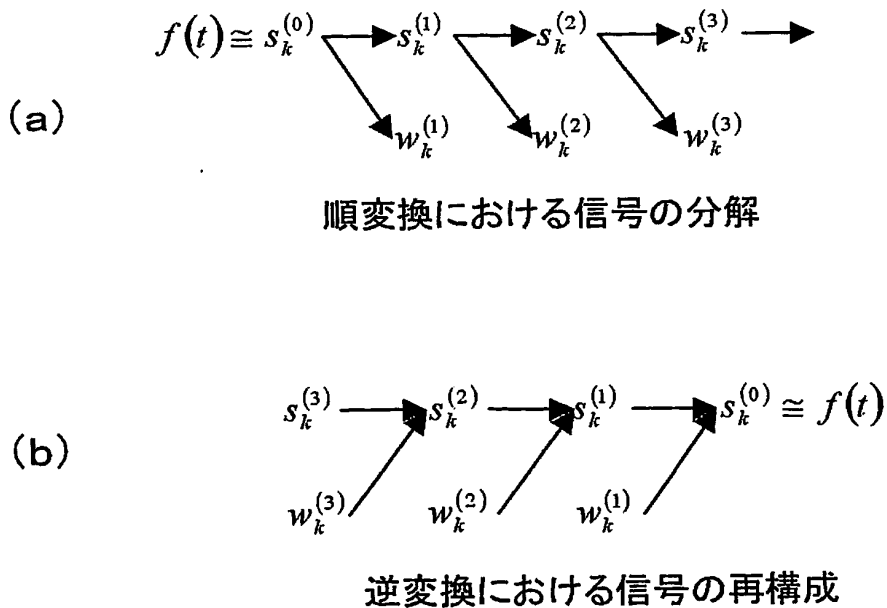
$\psi_{j,k}(x) = \psi(2^j x - k) \quad (\text{数}7)$

逆変換 $f(t) = \sum_j \sum_k w_k^{(j)} \psi_{j,k}(t) \quad (\text{数}6)$

【図 2】

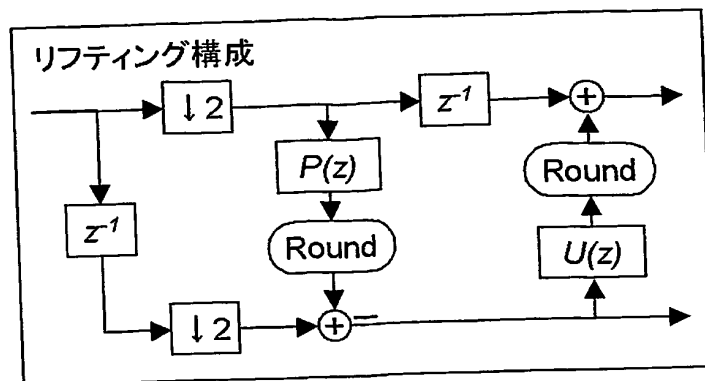


【図 3】



【図 4】

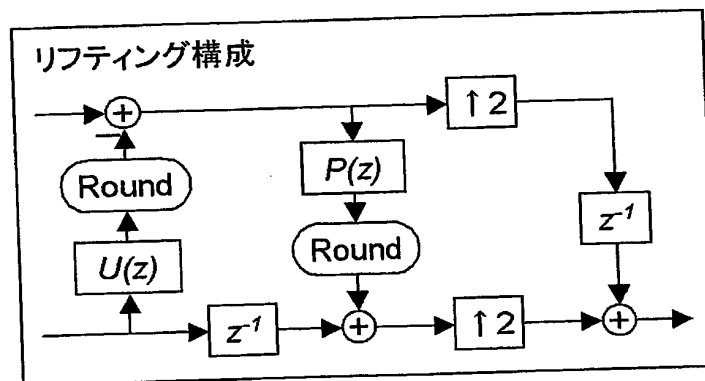
(a)



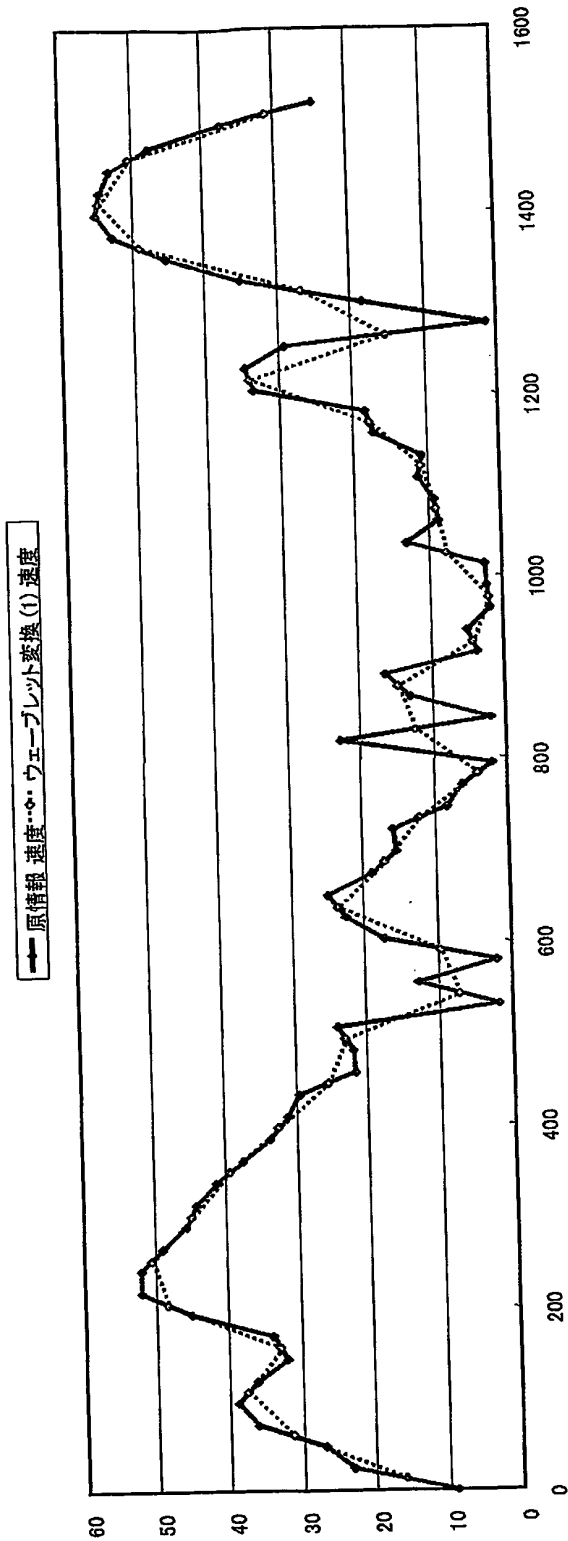
$$P(z) = \frac{1+z^{-1}}{2}$$

$$U(z) = \frac{1+z^{-1}}{4}$$

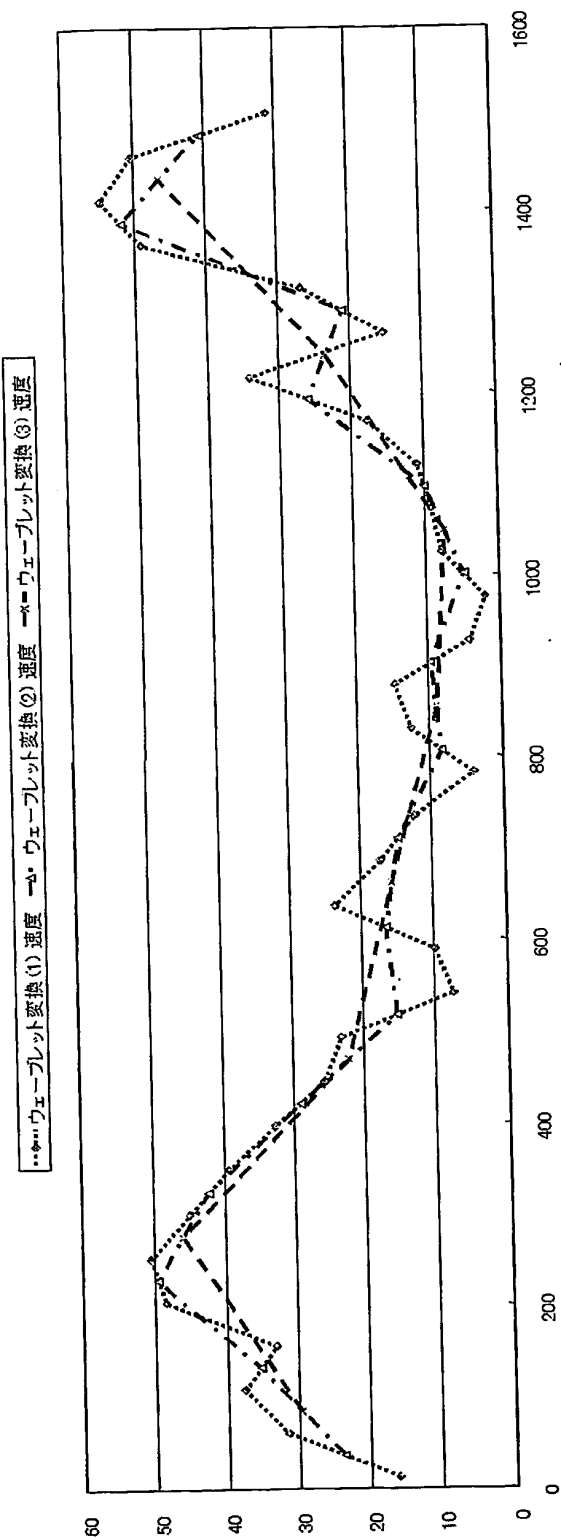
(b)



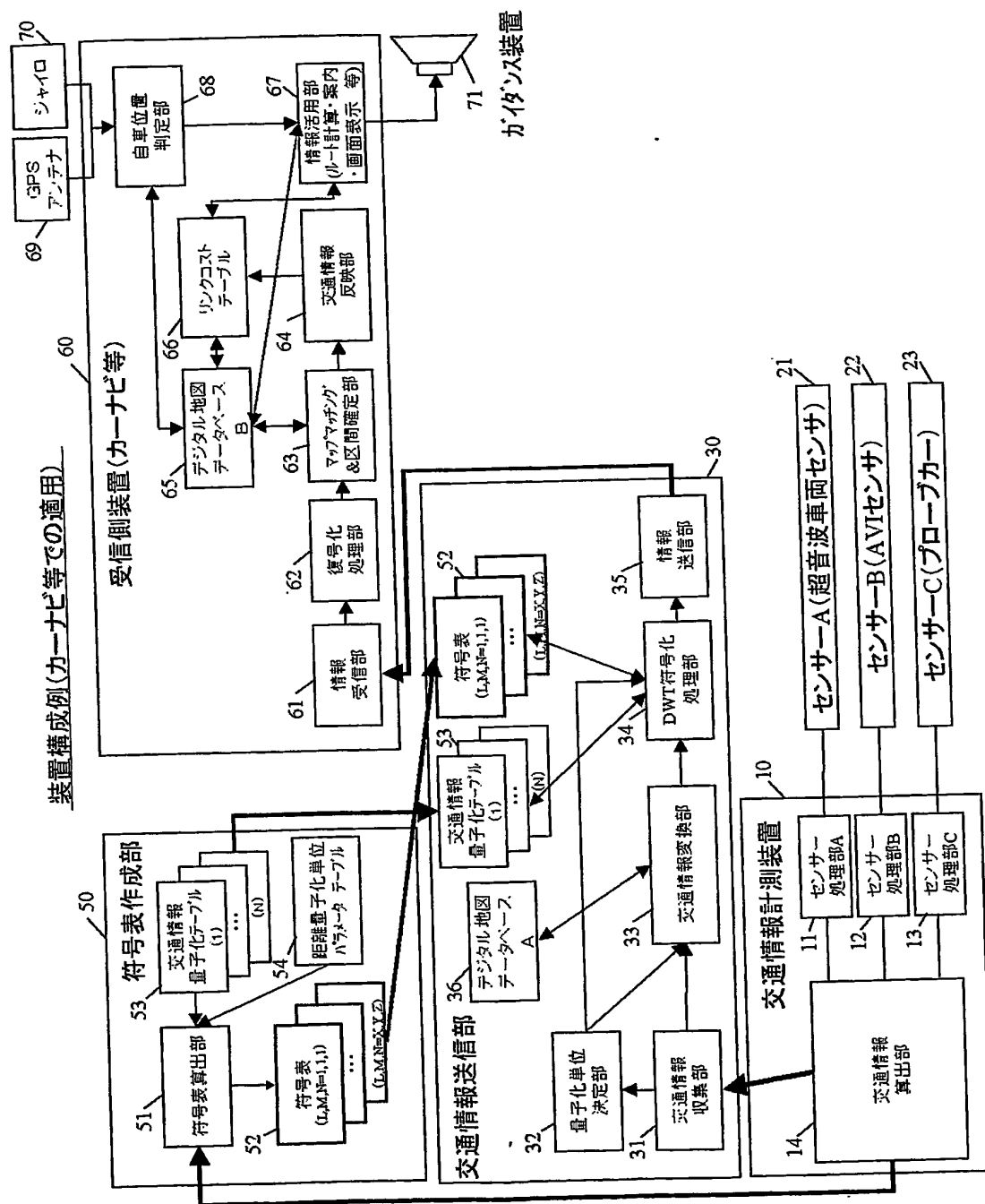
【図 5】



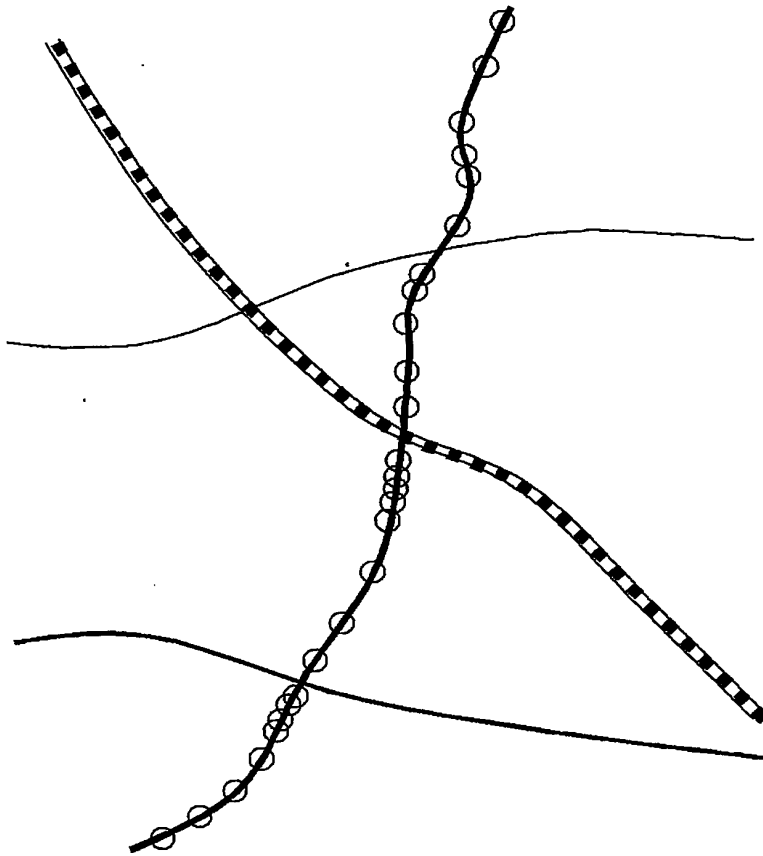
【図6】



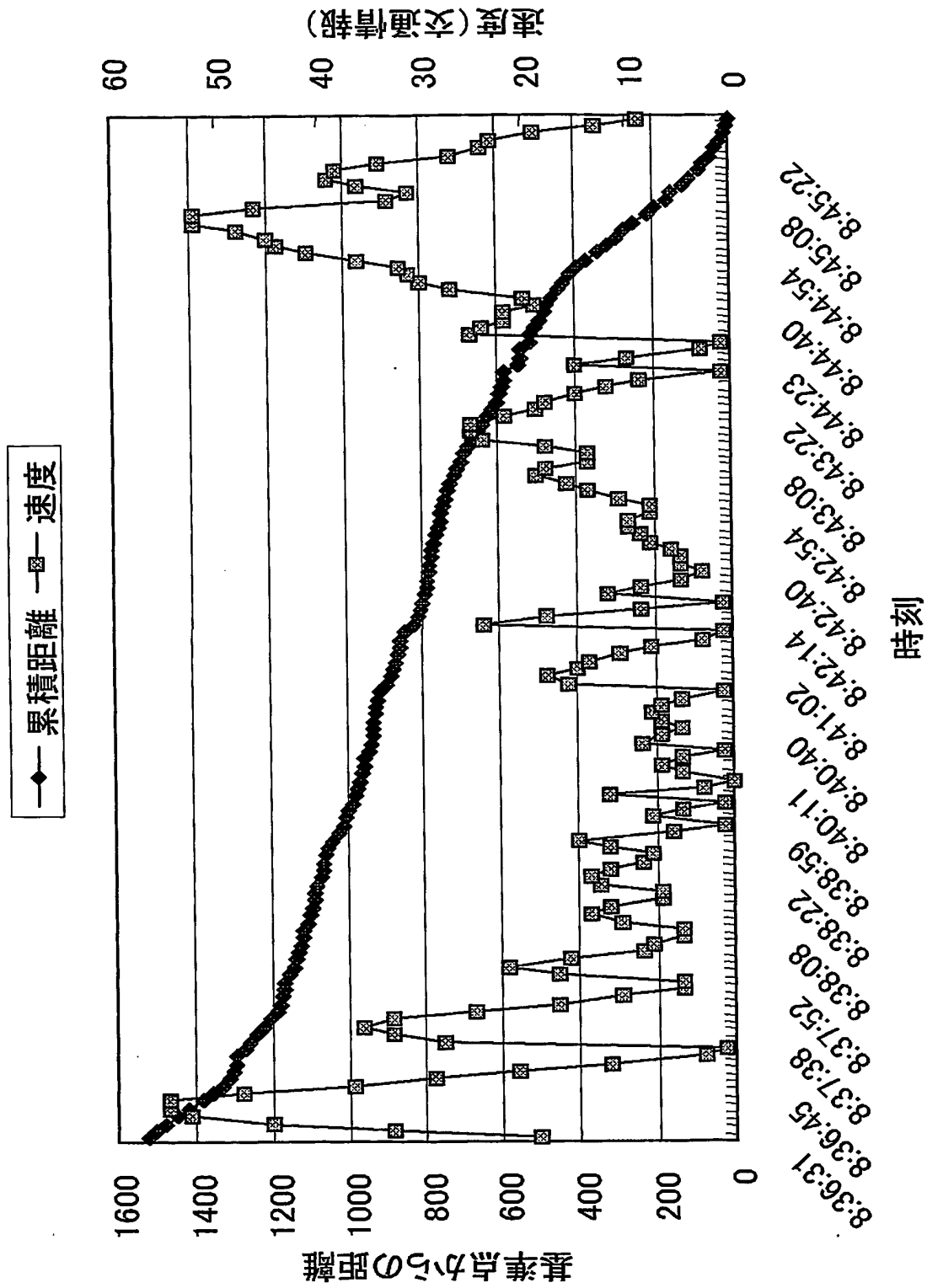
【図 7】



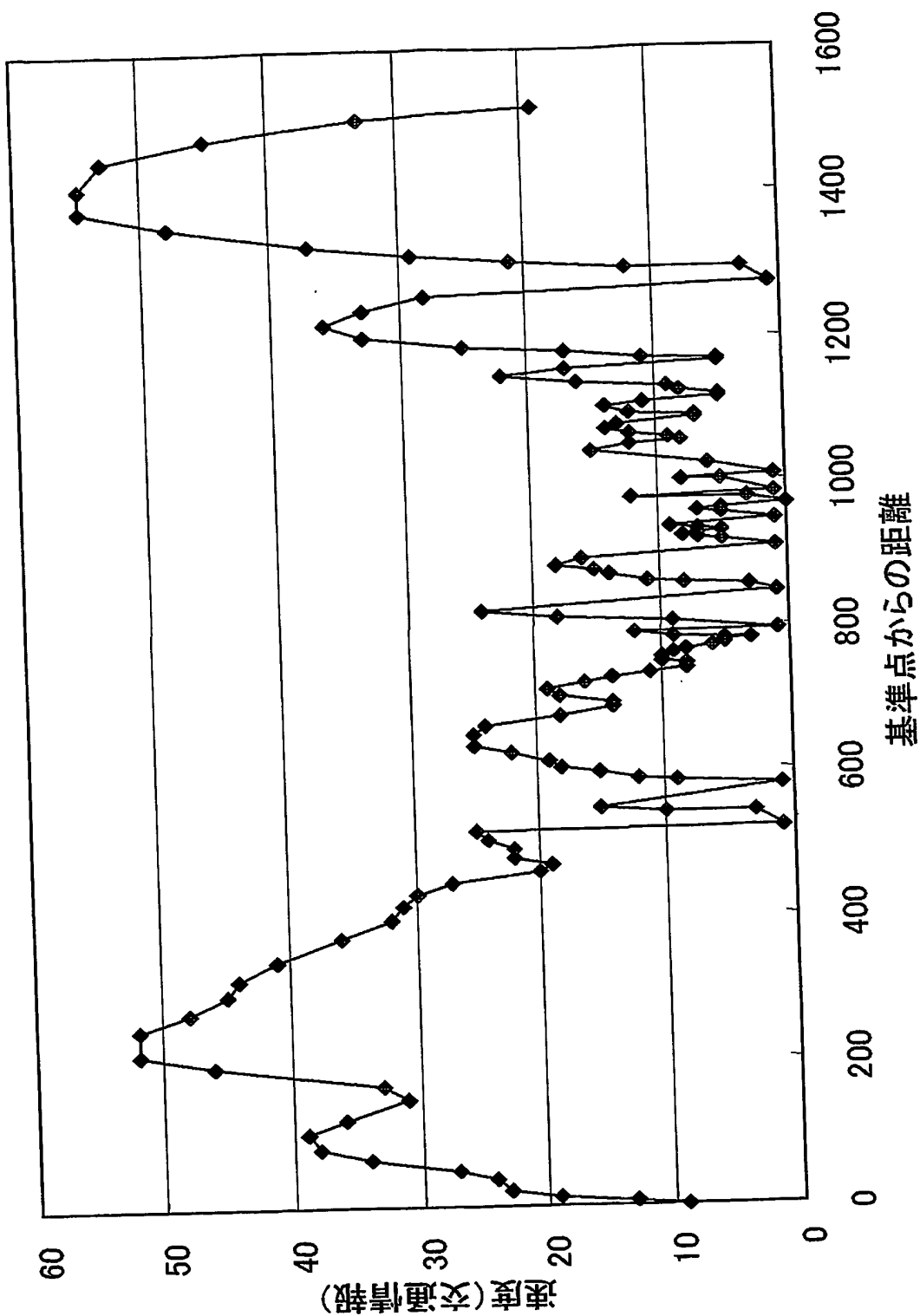
【図 8】



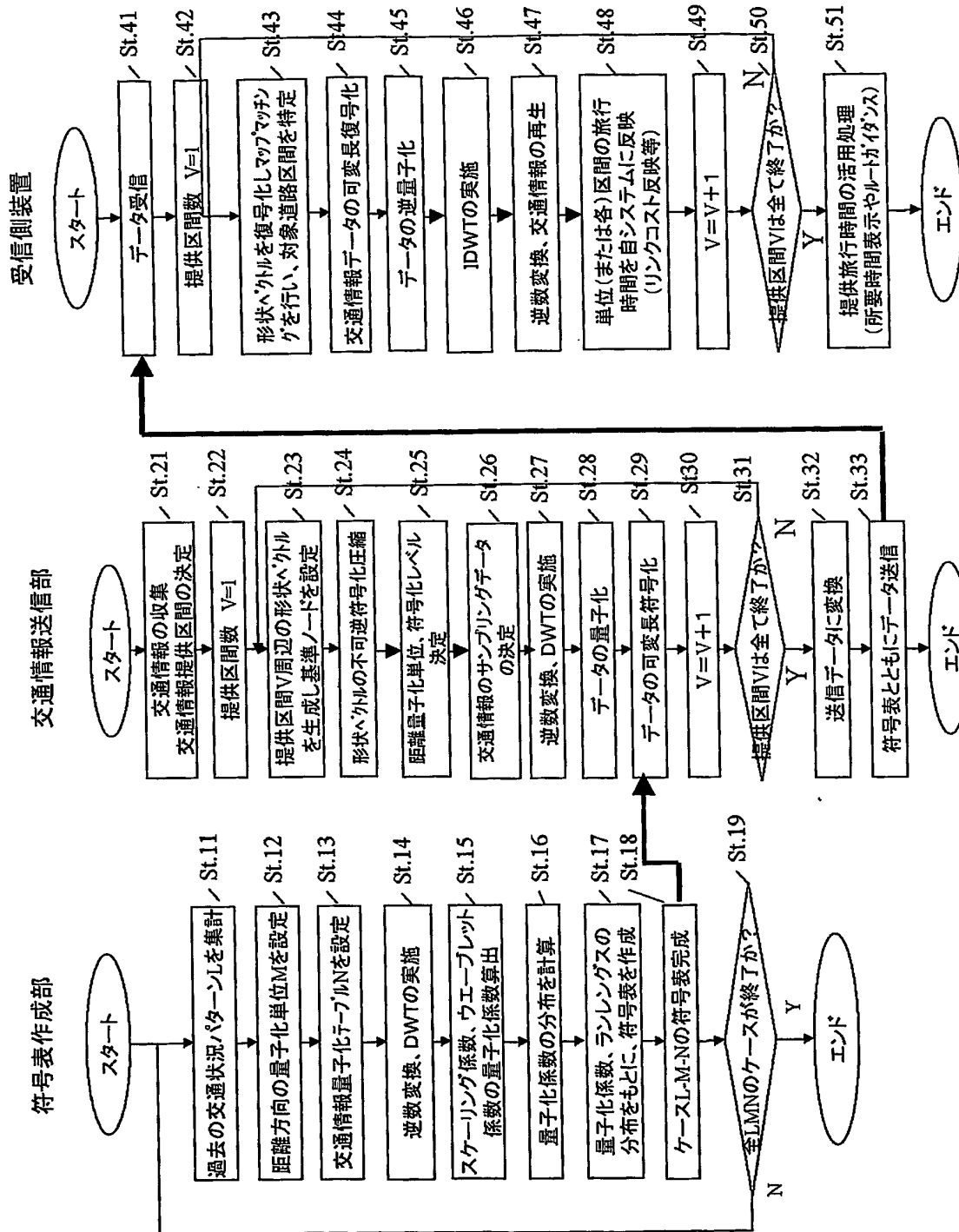
【図 9】



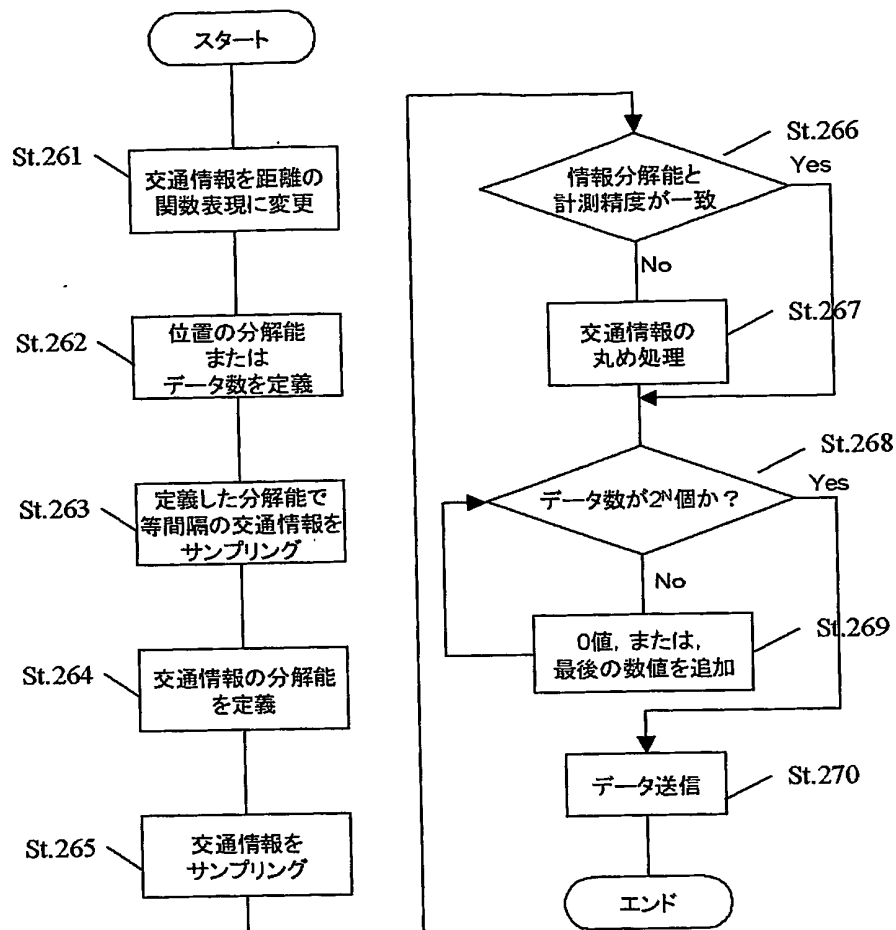
【図10】



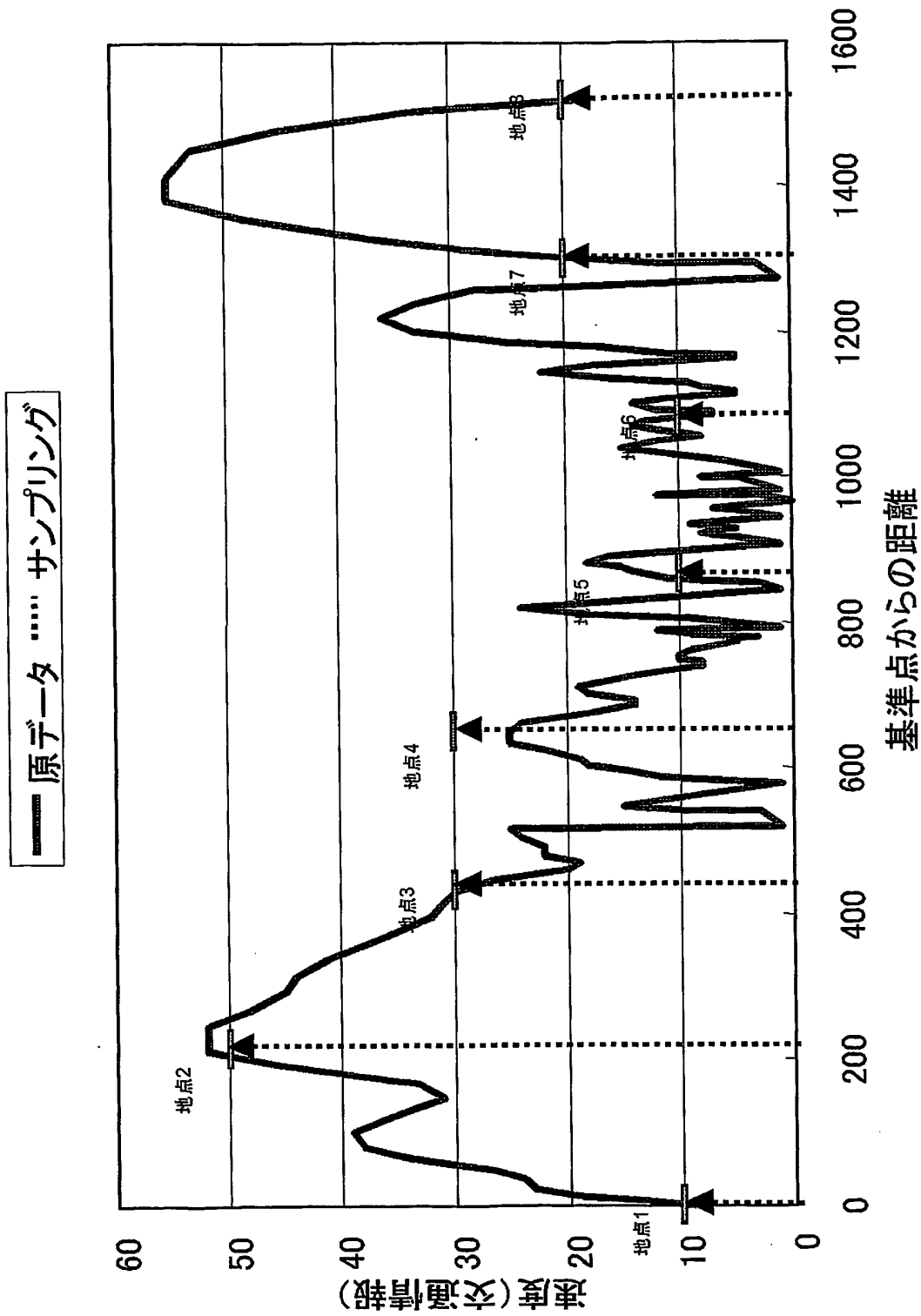
【図 11】



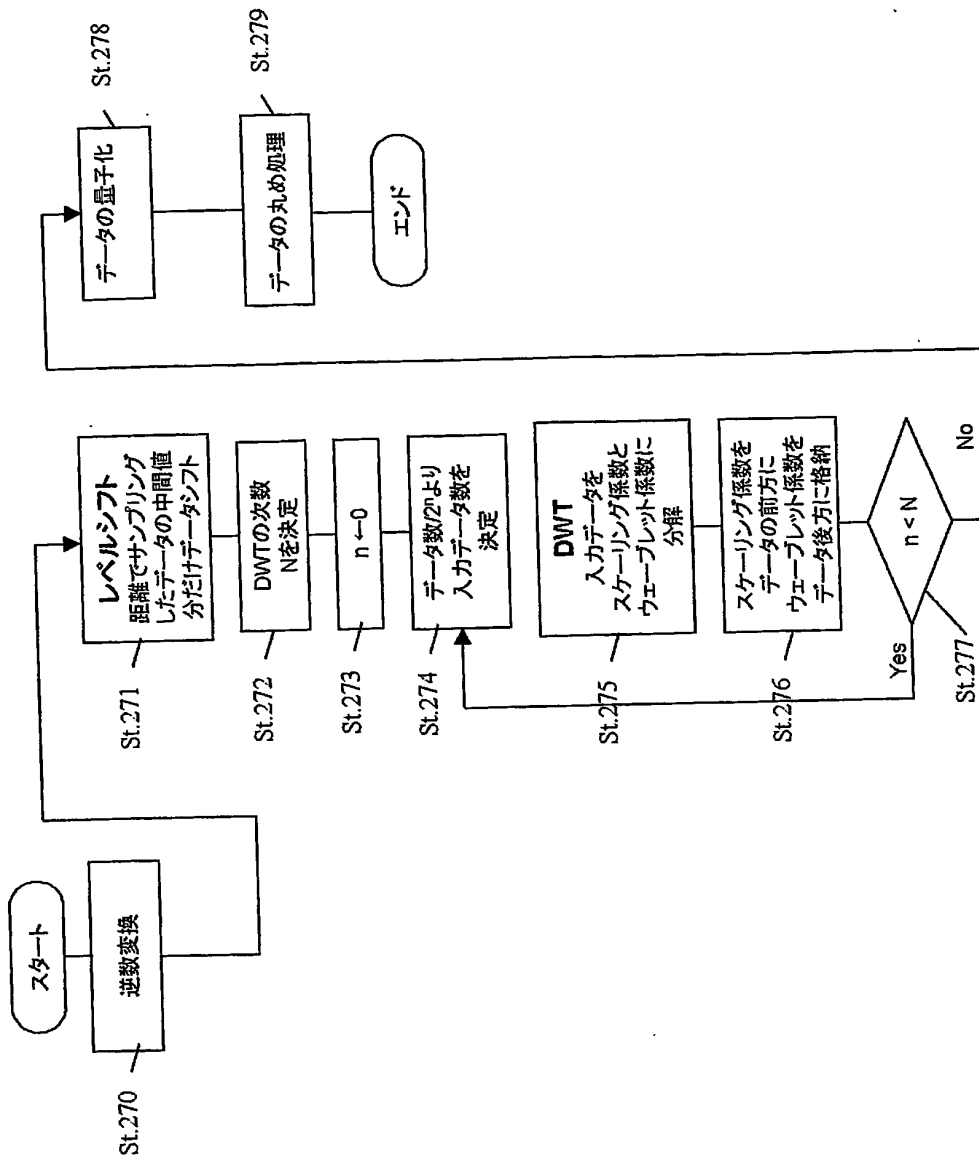
【図 12】



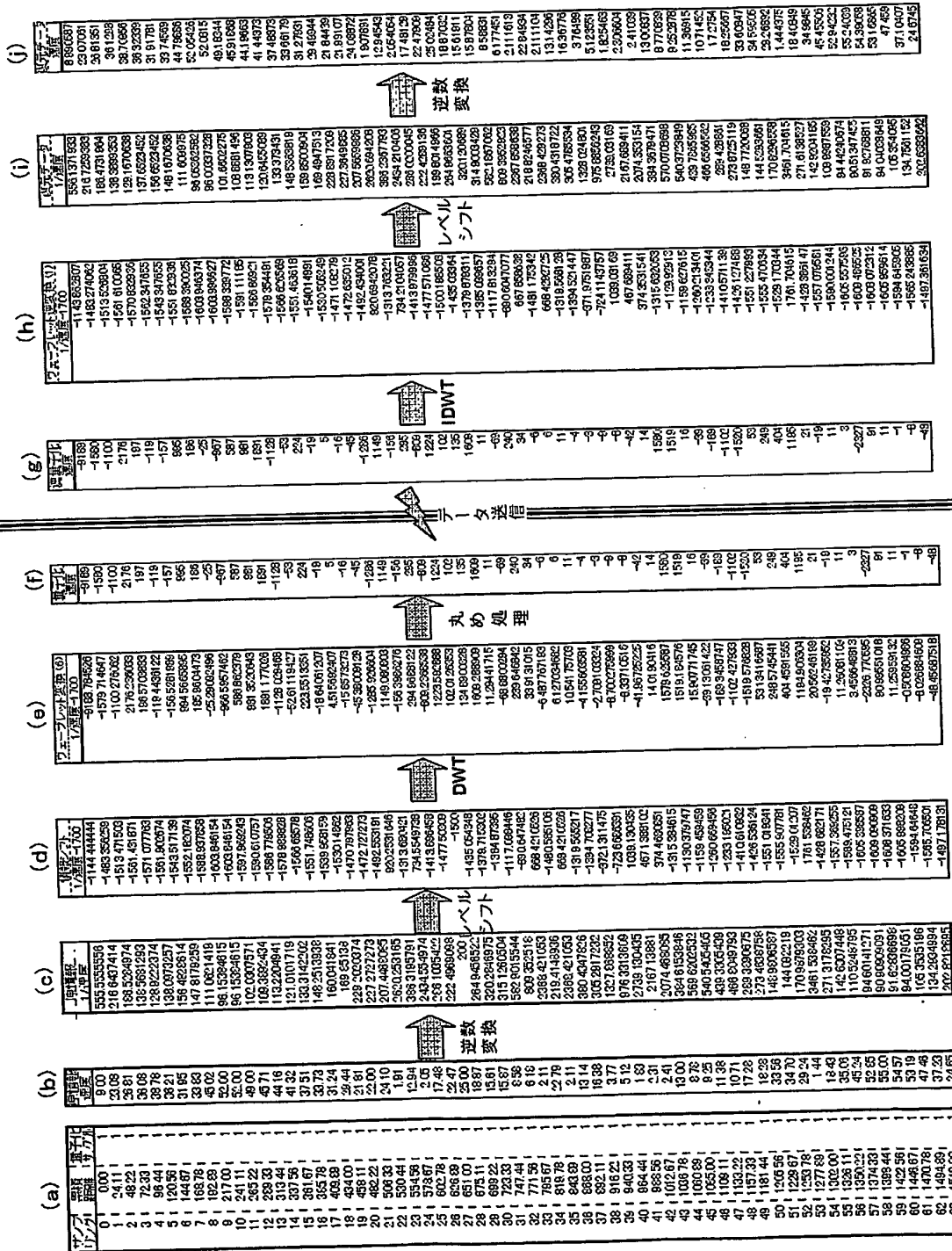
【図 13】



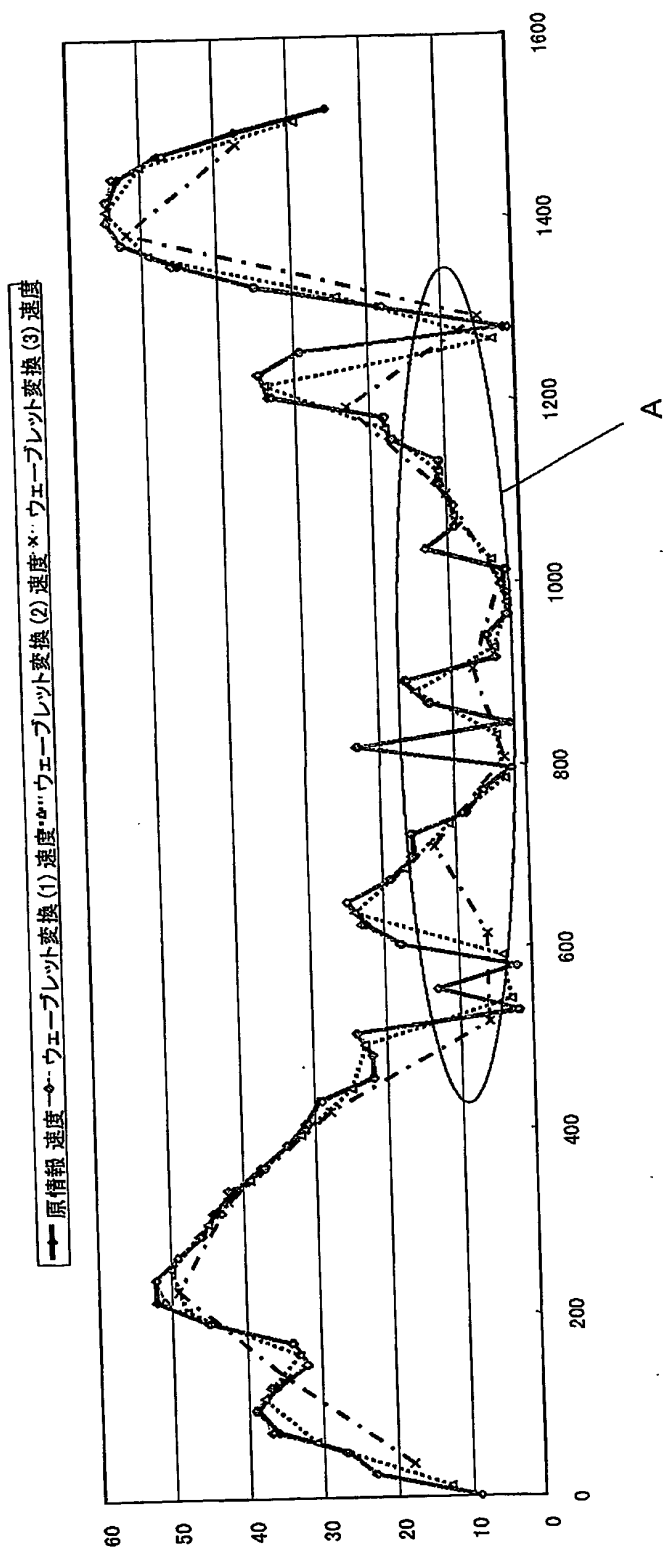
【図 14】



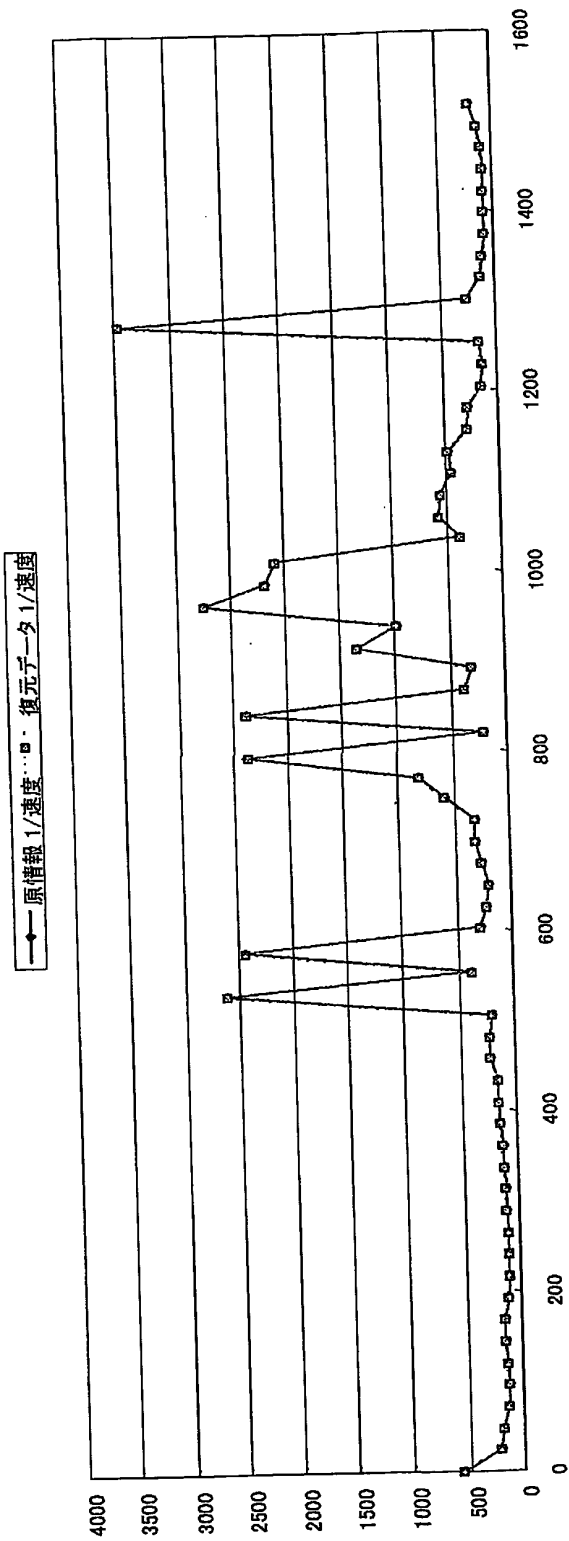
【図 15】



【図16】



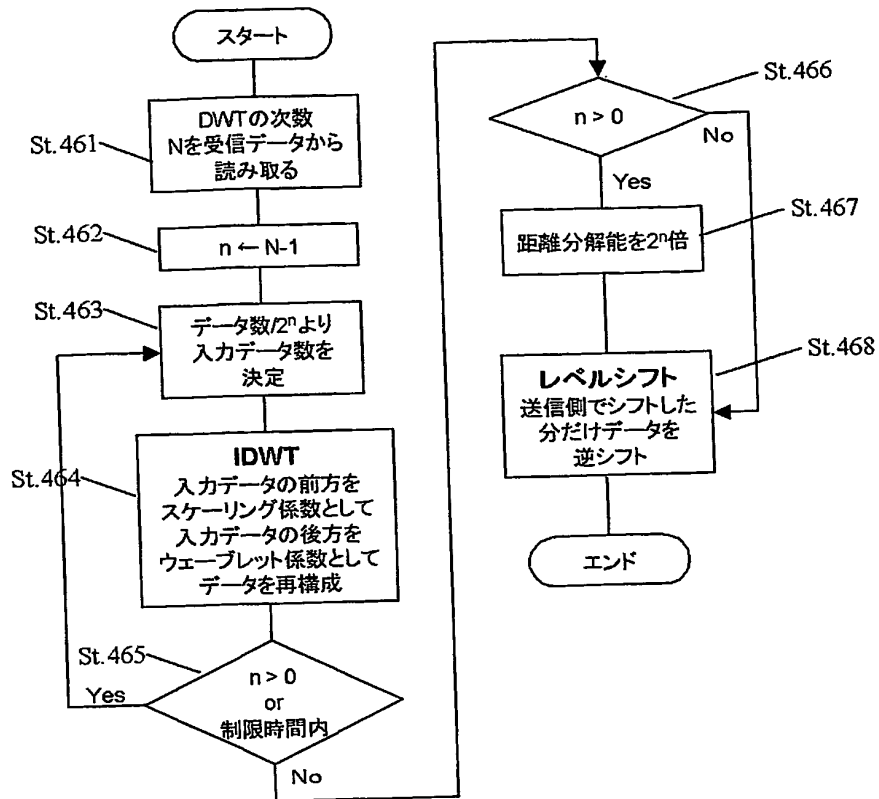
【図 17】



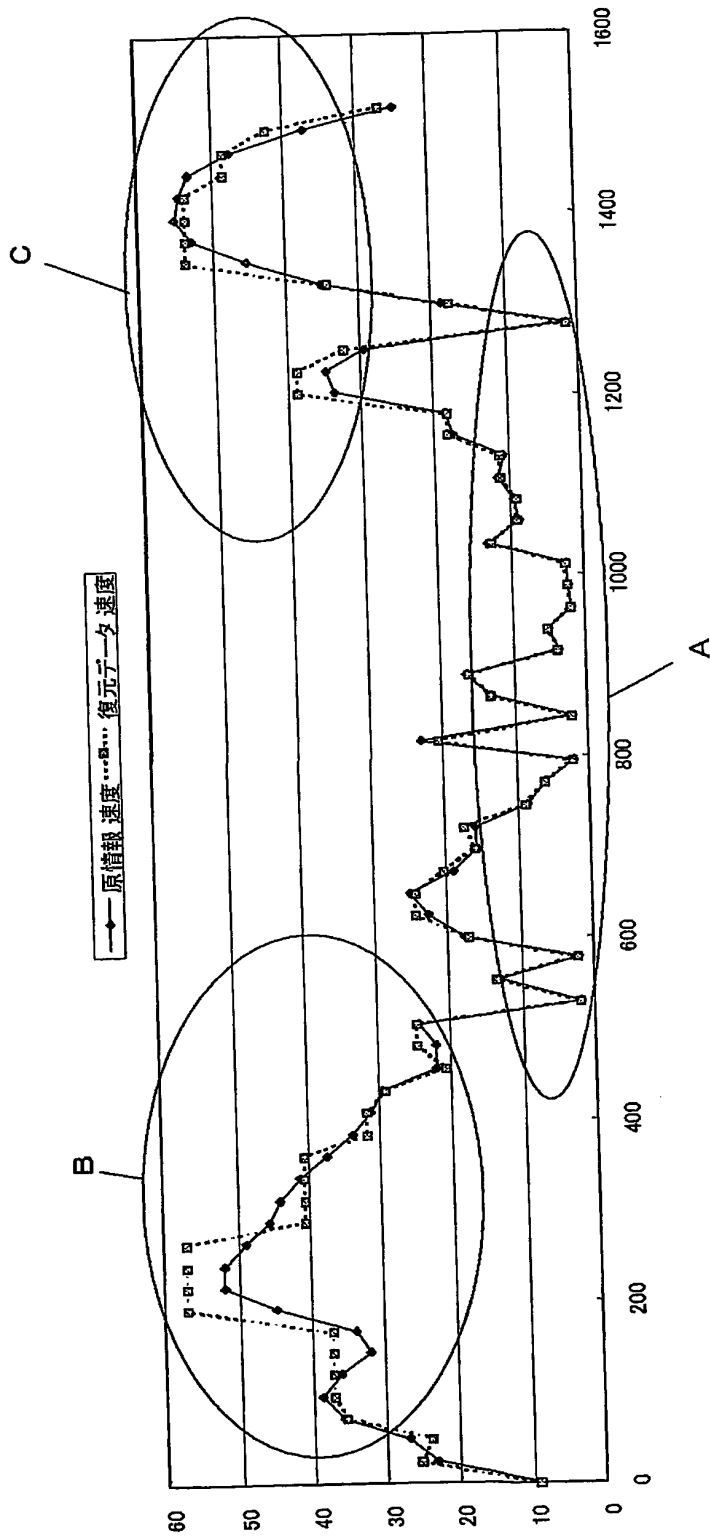
【図 18】

(a) 形状ベクトルデータ列	
形状ベクトル列識別番号=1	
ベクトルデータ種別(=道路)	
ノード総数	
ノード番号 p_i	
ノードIX方向絶対座標(経度)	
ノードIY方向絶対座標(経度)	
ノードIの絶対方位	
ノード番号 p_n	
ノードN相対座標(x_n)	
ノードN相対座標(y_n)	
ノードNの相対方位	
形状ベクトル列識別番号=100	
形状ベクトル列識別番号=ZZ	
(b) 交通情報データ列	
スケーリング係数識別フラグ	
形状ベクトル列識別番号=1	
方向識別フラグ(順方向/逆方向)	
情報種別(速度/渋滞ラング/旅行時間)	
データ数 N_a	
有効データ数 N_b	
有効区間長 レベルシフト	
DWT最終次数 N	
N次スケーリング係数1	
N次スケーリング係数 $N/2^N$	
形状ベクトル列識別番号=100	
方向識別フラグ(順方向/逆方向)	
形状ベクトル列識別番号=ZZ	
(c)	
ウェーブレット係数識別フラグ	
形状ベクトル列識別番号=1	
方向識別フラグ(順方向/逆方向)	
情報種別(速度/渋滞ラング/旅行時間)	
DWT次数 N	
N次ウェーブレット係数1	
N次ウェーブレット係数 $N/2^N$	
形状ベクトル列識別番号=100	
方向識別フラグ(順方向/逆方向)	
形状ベクトル列識別番号=ZZ	
形状ベクトル列識別番号=1	
方向識別フラグ(順方向/逆方向)	
情報種別(速度/渋滞ラング/旅行時間)	
DWT次数 1	
1次ウェーブレット係数1	
1次ウェーブレット係数 $N/2$	

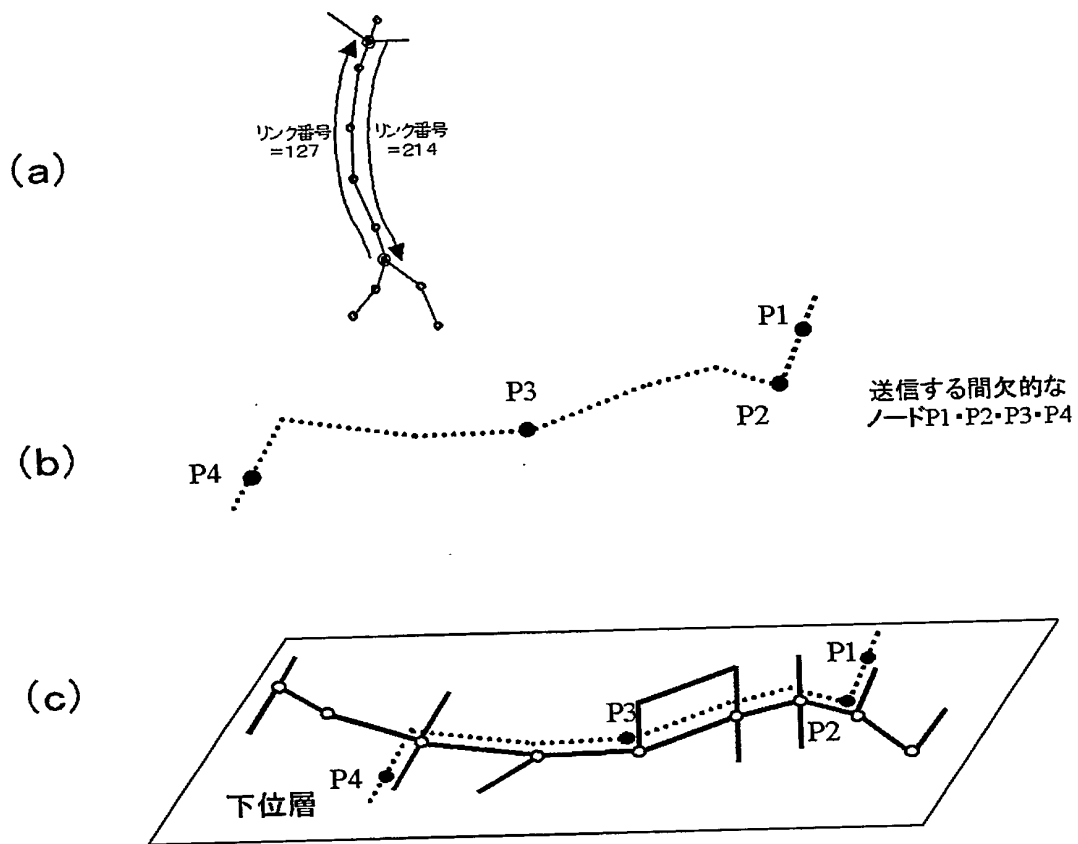
【図 19】



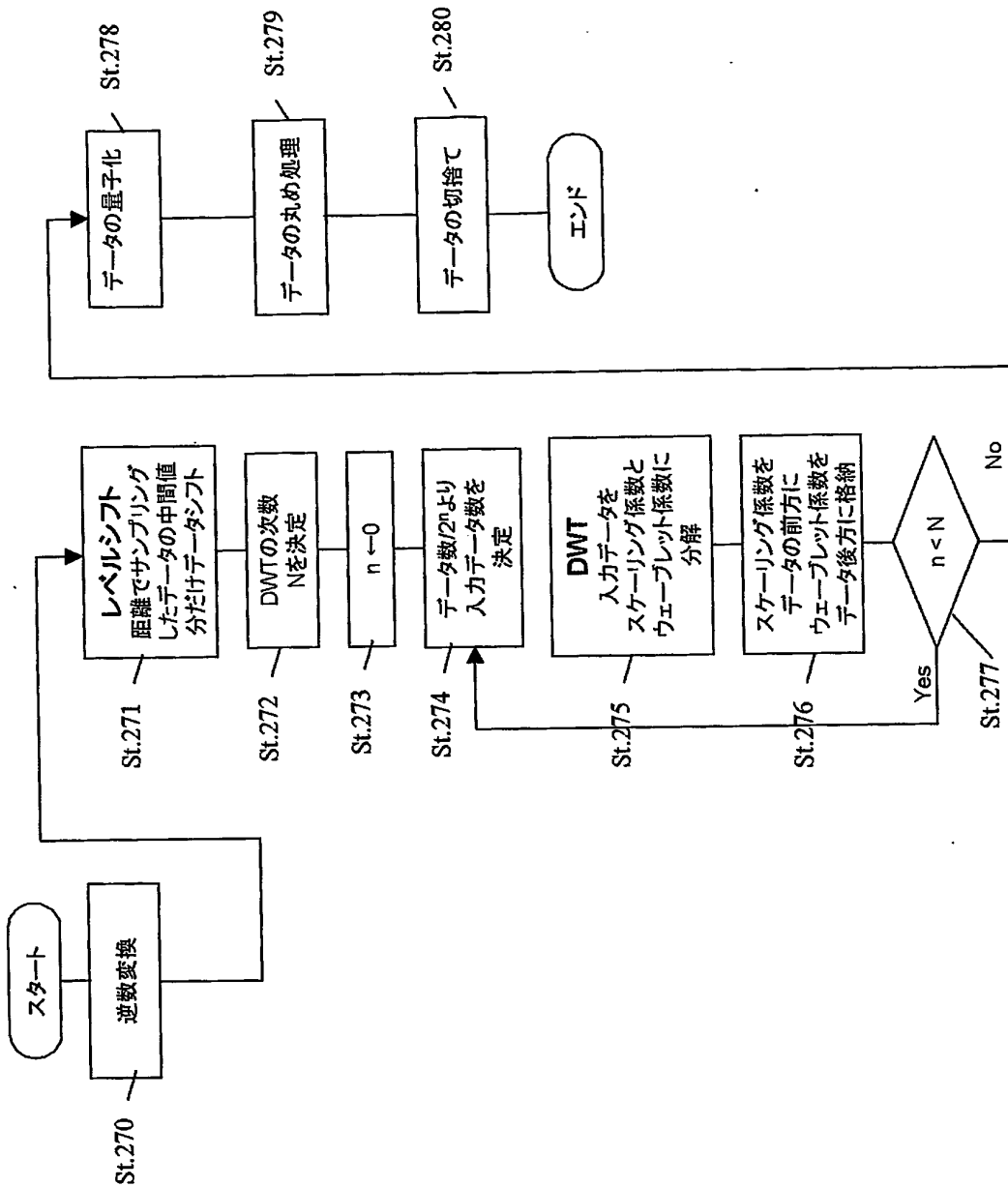
【図 20】



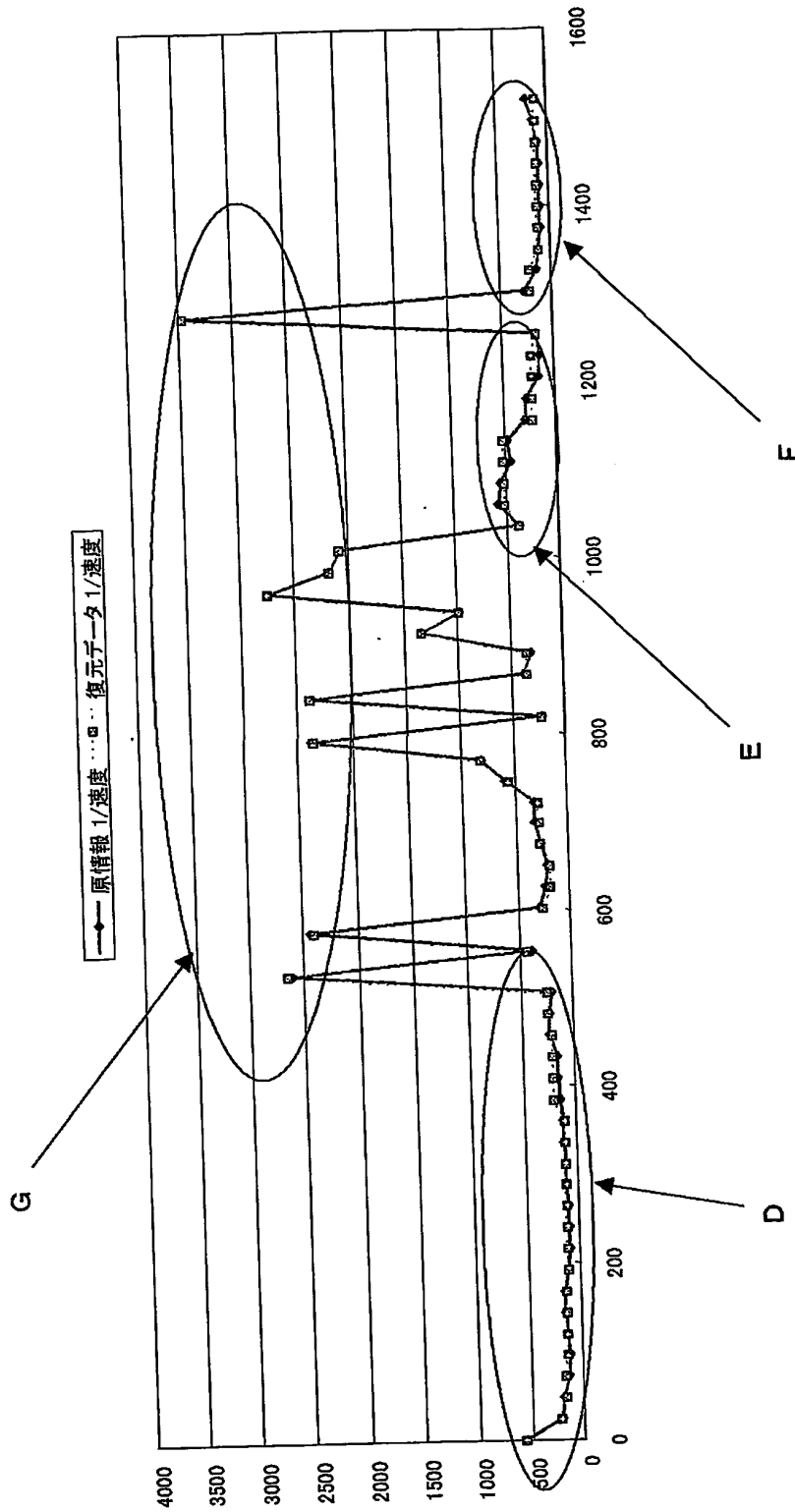
【図 21】



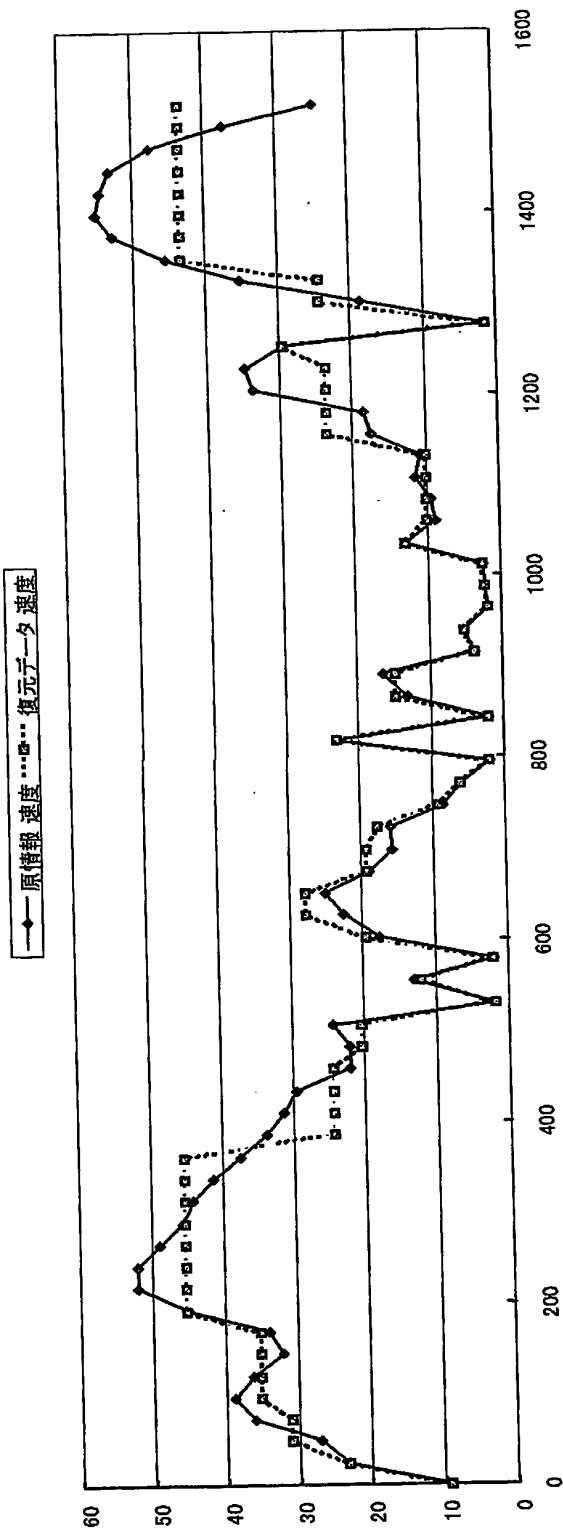
【図 22】



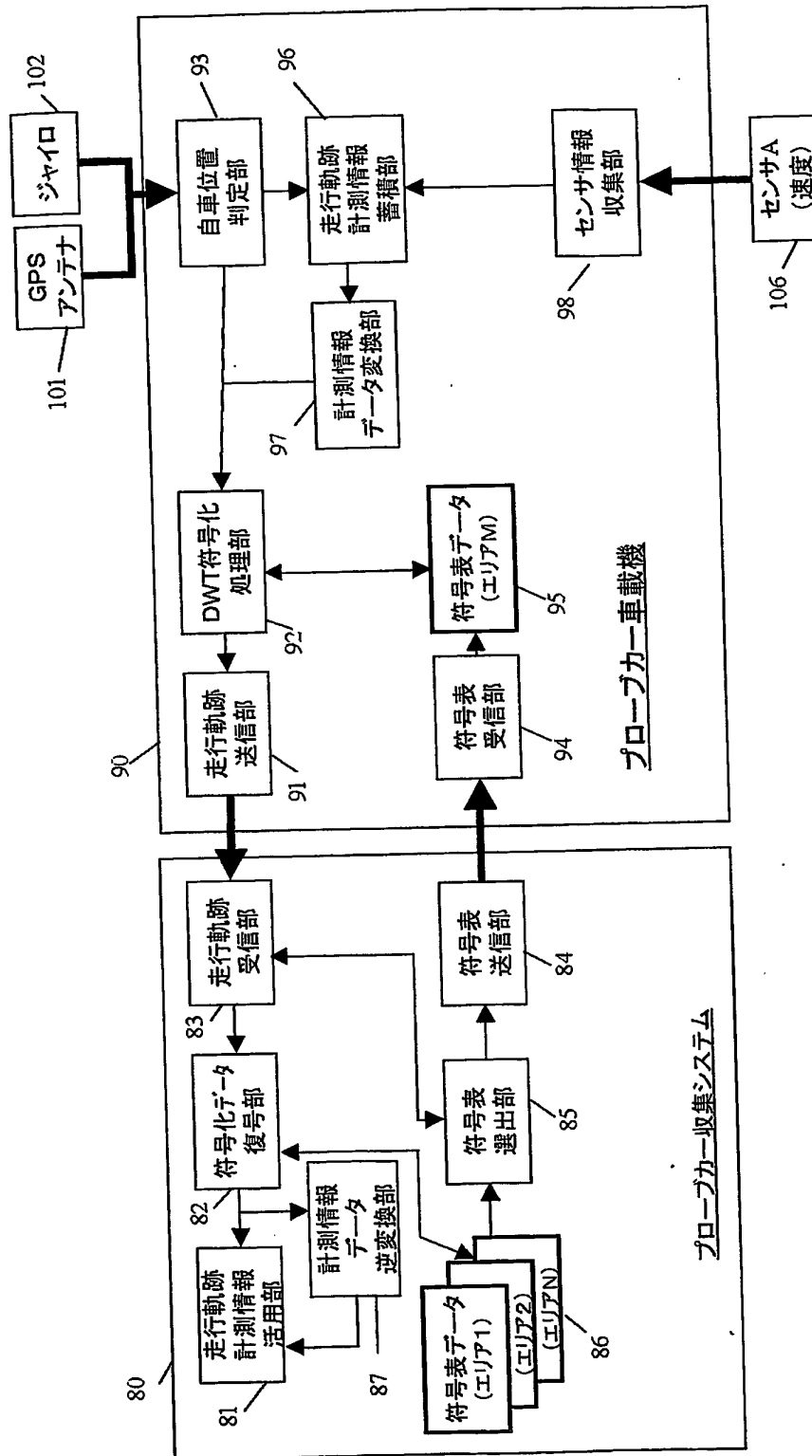
【図 23】



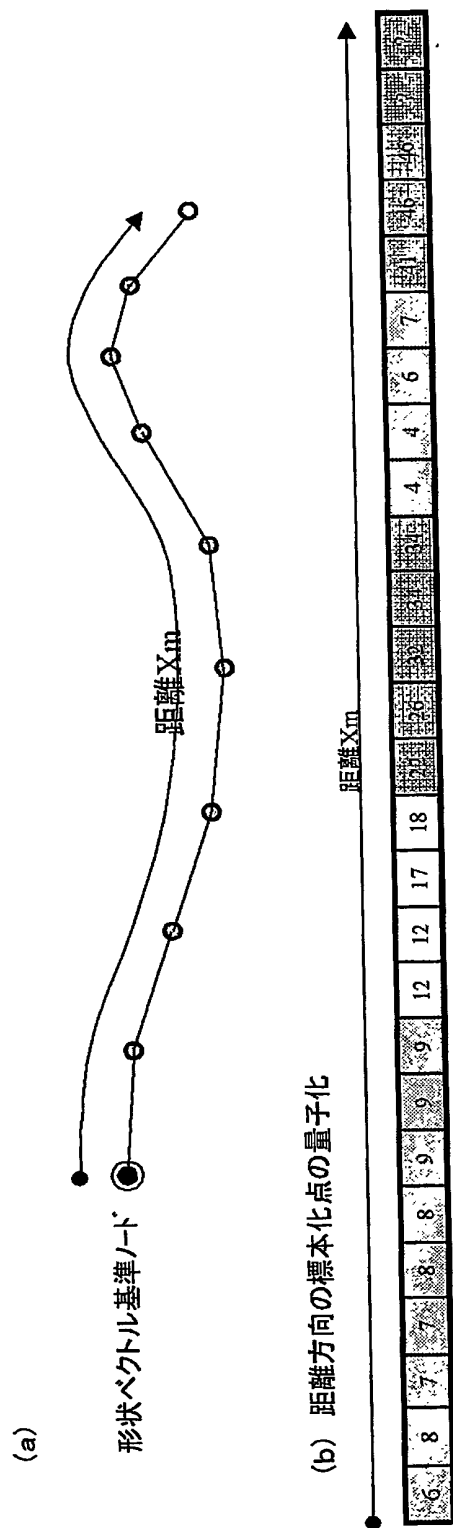
【図 24】



【図 25】



【図 2 6】



【図 27】

(a)

形状ベクトルデータ列情報
(符号化圧縮データ)

ヘッダ情報	
形状ベクトル数 N	
形状ベクトルデータ識別番号=1	
符号表識別コード	
形状取得元 地図データの精度情報	
一方通行方向(順/逆/無)	
始端ノード番号ps	
ノードpsX方向絶対座標(経度)	
ノードpsY方向絶対座標(緯度)	
ノードps絶対方位	
ps位置誤差(m)	ps方位誤差(°)
符号化形状データの 最大位置誤差(m)	符号化形状データの 最大方位誤差(°)
符号化された形状データ なお、次の情報も含む ・基準ノード設定コード ・区間長変更コード ・EODコード	
終端ノード番号pe	
ノードpeX方向相対座標(経度)	
ノードpeY方向相対座標(緯度)	
ノードpe絶対方位	
pe位置誤差(m)	pe方位誤差(°)
}	
形状ベクトルデータ識別番号=M	
}	

(b)

FFT表現した交通情報の例

ヘッダ情報	
交通情報提供区間数 V	
交通情報提供区間シリアル番号 1	
参照形状ベクトル列番号=N	
方向識別フラグ(順方向/逆方向)	
始端側基準ノードPa	終端側基準ノードPb
交通情報量子化テーブル識別コード	
符号表識別コード	
基準ノード間の区間分割数 2^N	
フーリエ係数を、実数部・虚数部の順に、 低周波成分の係数→高周波成分の係数 の順に可変長符号化したデータ列	
}	
交通情報提供区間シリアル番号=W	
}	

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 送信側が、速度情報を通信環境や受信状態を意識せずに送信しても、受信側で、復元する情報の細かさを選択でき、また、速度情報をドライバーの混雑実感から外れることなく伝えることができる交通情報提供システムを提供する。

【解決手段】 送信側30が、道路上の基準位置からの距離の関数で表した速度情報からサンプリングデータを生成し、このデータの逆数にDWTを施し、得られたスケーリング係数とウェーブレット係数とを提供する。受信側60は、各係数にIDWTを施し、得られた値を逆数に変換して速度情報を復元する。送信側が、通信環境や受信状況を意識せずに速度情報を提供しても、受信側は、受信できた情報の範囲で粗い速度情報や詳細な速度情報を復元でき、また、復元した速度情報は、ドライバーが体感する混雑度とも良く一致している。

【選択図】 図7

特願 2 0 0 3 - 0 1 4 8 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社